

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**
.....

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**

.....

DOCUMENTO Nº1: ÍNDICE GENERAL

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice General de contenidos

1. Índice de contenidos del Documento Memoria	2
2. Índice de contenidos del Documento Anejos	4
3. Índice de contenidos del Documento Planos.....	5
4. Índice de contenidos del Documento Pliego de Condiciones	6
5. Índice de contenidos del Documento Estado de Mediciones	7
6. Índice de contenidos del Documento Presupuestos	8

Índice de contenidos del Documento Memoria

1.	Objeto.....	4
1.1.	Título del proyecto	4
1.2.	Encargo y dirección del proyecto.....	4
1.3.	Objeto del proyecto	4
2.	Alcance.....	5
3.	Antecedentes	6
3.1.	Situación y uso actual de la parcela	6
3.2.	Estudios previos	7
3.3.	Condicionantes internos	7
3.3.1.	Condicionantes climáticos.....	7
3.3.2.	Condicionantes edáficos.....	8
3.3.3.	Condicionantes geológicos.....	9
3.3.4.	Condicionantes topográficos	9
3.3.5.	Condicionantes bióticos	9
3.4.	Condicionantes externos	10
4.	Normas y referencias.....	10
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	10
4.2.	Programas de cálculo	11
4.3.	Referencias bibliográficas	11
4.4.	Otras referencias.....	13
4.5.	Plan de gestión de calidad aplicado durante el proyecto.....	14
5.	Definiciones y abreviaturas.....	14
5.1.	Definiciones	14
5.2.	Abreviaturas	15
6.	Requisitos de diseño.....	16
7.	Análisis de alternativas.....	16
7.1.	Alternativas de diseño	17
7.1.1.	Elección de la especie de hongo.....	17
7.1.2.	Elección de la especie leñosa	17
7.1.3.	Elección del sistema de cultivo	18
7.1.4.	Elección del sistema de riego	19
7.1.5.	Elección del tipo de recolección.....	19
7.2.	Alternativa adoptada y justificación.....	20

8.	Resultados finales.....	21
8.1.	Características de la plantación	21
8.1.1.	Época de plantación	22
8.1.2.	Marco de plantación	22
8.2.	Características del vallado de la parcela.....	23
8.3.	Sistema de riego	24
9.	Planificación.....	24
9.1.	Establecimiento de la plantación.....	24
9.1.1.	Preparación del terreno.....	24
9.1.2.	Vallado de la plantación.....	26
9.1.3.	Instalación del sistema de riego.....	28
9.1.4.	Replanteo.....	28
9.1.5.	Recepción de la planta.....	29
9.1.6.	Labores de plantación.....	29
9.1.7.	Riego de apoyo en la plantación.....	30
9.2.	Plan de mantenimiento y seguimiento del cultivo principal	31
9.2.1.	Periodo de adaptación	31
9.2.2.	Periodo de colonización	33
9.2.3.	Periodo de asentamiento.....	35
9.2.4.	Periodo de explotación	36
9.3.	Plan de mantenimiento del cultivo intercalar	38
9.4.	Maquinaria y mano de obra.....	41
9.5.	Calendario de actuaciones	44
10.	Estudio económico	45
10.1.	Vida útil.....	45
10.2.	Venta de los productos de la explotación.....	45
10.3.	Estructura de los flujos de caja e indicadores de rentabilidad.....	46
11.	Evaluación de impacto ambiental	48
12.	Estudio básico de Seguridad y Salud	49
13.	Resumen del presupuesto	49
14.	Orden de prioridad entre los documentos.....	50

Índice de contenidos del Documento Anejos

Anejo I: Estudio climático.

Anejo II: Estudio edafológico.

Anejo III: Valoración de la potencialidad trufera.

Anejo IV: Estudio de Alternativas.

Anejo V: Características biológicas del organismo hospedador.

Anejo VI: Características biológicas del hongo.

Anejo VII: Plagas y enfermedades del cultivo principal.

Anejo VIII: Características biológicas del cultivo intercalar.

Anejo IX: Situación actual.

Anejo X: Vallado de la plantación.

Anejo XI: Establecimiento de la plantación.

Anejo XII: Plan de mantenimiento y seguimiento de la plantación.

Anejo XIII: Sistema de riego.

Anejo XIV: Análisis del mercado de la trufa.

Anejo XV: Estudio económico.

Anejo XVI: Marco legislativo de la truficultura.

Anejo XVII: Estudio básico de Seguridad y Salud.

Anejo XVIII: Estudio de Impacto Ambiental.

Índice de contenidos del Documento Planos

Plano I: Localización a nivel estatal, autonómico y provincial.

Plano II: Situación de la zona de actuación.

Plano III: Vista en planta del vallado de la parcela.

Plano IV: Detalle de la colocación del vallado.

Plano V: Vista en planta de la disposición de la plantación.

Plano VI: Detalle de la disposición de la plantación.

Plano VII: Definición de las unidades de riego.

Plano VIII: Vista en planta de la red de riego.

Plano IX: Detalles constructivos de la red de riego.

Plano X: Dimensiones y características de la caseta de riego.

Plano XI: Cimentación de la caseta de riego.

Índice de contenidos del Documento Pliego de Condiciones

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES.....	2
CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	3
EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN	3
EPÍGRAFE II: ASPECTOS DEL CULTIVO.....	14
APARTADO I: MATERIAL VEGETAL.....	14
APARTADO II: FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES.....	17
APARTADO III: OPERACIONES DEL CULTIVO.	18
APARTADO IV: MAQUINARIA.....	20
APARTADO IV: OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN.....	22
APARTADO V: EL ENCARGADO AGRÍCOLA.....	22
APARTADO VI: MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES.	23
EPÍGRAFE III: INSTALACIÓN DEL RIEGO.....	23
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.	25
EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.	25
EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.	27
EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....	29
EPÍGRAFE IV FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	31
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.	31
EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.....	31
EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....	31
EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.	32
EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	34
EPÍGRAFE V: VARIOS.....	36
CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.	37

Índice de contenidos del Documento Estado de Mediciones

Capítulo I: Preparación del terreno	2
Capítulo II: Plantación	3
Capítulo III: Vallado	5
Capítulo IV: Instalación del sistema de riego	6
Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	9

Índice de contenidos del Documento Presupuestos

1. Cuadro de precios unitarios.....	2
Capítulo I: Preparación del terreno	2
Capítulo II: Plantación	3
Capítulo III: Vallado	5
Capítulo IV: Instalación del sistema de riego	6
Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	9
Capítulo VI: Seguridad y Salud	11
2. Justificación de precios	13
Capítulo I: Preparación del terreno	13
Capítulo II: Plantación	15
Capítulo III: Vallado	18
Capítulo IV: Instalación del sistema de riego	21
Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	29
Capítulo VI: Seguridad y Salud	32
3. Presupuesto	34
Capítulo I: Preparación del terreno	34
Capítulo II: Plantación	35
Capítulo III: Vallado	37
Capítulo IV: Instalación del sistema de riego	38
Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	41
Capítulo VI: Seguridad y Salud	43
4. Resumen del presupuesto	44

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**

.....

DOCUMENTO Nº2: MEMORIA

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice de contenidos del Documento Memoria

1.	Objeto.....	4
1.1.	Título del proyecto	4
1.2.	Encargo y dirección del proyecto	4
1.3.	Objeto del proyecto	4
2.	Alcance.....	4
3.	Antecedentes	5
3.1.	Situación y uso actual de la parcela	6
3.2.	Estudios previos	7
3.3.	Condicionantes internos	7
3.3.1.	Condicionantes climáticos.....	7
3.3.2.	Condicionantes edáficos.....	8
3.3.3.	Condicionantes geológicos.....	9
3.3.4.	Condicionantes topográficos	9
3.3.5.	Condicionantes bióticos	9
3.4.	Condicionantes externos	9
4.	Normas y referencias.....	10
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	10
4.2.	Programas de cálculo	10
4.3.	Referencias bibliográficas	11
4.4.	Otras referencias.....	13
4.5.	Plan de gestión de calidad aplicado durante el proyecto.....	14
5.	Definiciones y abreviaturas.....	14
5.1.	Definiciones	14
5.2.	Abreviaturas	15
6.	Requisitos de diseño.....	15
7.	Análisis de alternativas.....	16
7.1.	Alternativas de diseño	16
7.1.1.	Elección de la especie de hongo.....	16
7.1.2.	Elección de la especie leñosa	17
7.1.3.	Elección del sistema de cultivo	18
7.1.4.	Elección del sistema de riego	18
7.1.5.	Elección del tipo de recolección.....	19
7.2.	Alternativa adoptada y justificación.....	20
8.	Resultados finales.....	20
8.1.	Características de la plantación	20

8.1.1.	Época de plantación	21
8.1.2.	Marco de plantación	22
8.2.	Características del vallado de la parcela.....	23
8.3.	Sistema de riego	23
9.	Planificación.....	24
9.1.	Establecimiento de la plantación.....	24
9.1.1.	Preparación del terreno.....	24
9.1.2.	Vallado de la plantación	25
9.1.3.	Instalación del sistema de riego.....	27
9.1.4.	Replanteo.....	28
9.1.5.	Recepción de la planta.....	28
9.1.6.	Labores de plantación.....	29
9.1.7.	Riego de apoyo en la plantación.....	30
9.2.	Plan de mantenimiento y seguimiento del cultivo principal	30
9.2.1.	Periodo de adaptación	30
9.2.2.	Periodo de colonización	33
9.2.3.	Periodo de asentamiento.....	35
9.2.4.	Periodo de explotación	36
9.3.	Plan de mantenimiento del cultivo intercalar	38
9.4.	Maquinaria y mano de obra.....	41
9.5.	Calendario de actuaciones	43
10.	Estudio económico	44
10.1.	Vida útil.....	44
10.2.	Venta de los productos de la explotación.....	44
10.3.	Estructura de los flujos de caja e indicadores de rentabilidad.....	45
11.	Evaluación de impacto ambiental	47
12.	Estudio básico de Seguridad y Salud	48
13.	Resumen del presupuesto	48
14.	Orden de prioridad entre los documentos.....	49

Índice de Figuras

Figura 1. Localización de Matalebreras en la provincia de Soria	6
Figura 2. Detalle de las líneas de plantación.	21
Figura 3. Distribución en planta de las especies vegetales.....	22
Figura 4. Cercado rural de madera con malla cinegética.	23
Figura 5. Encinas micorrizadas en cepellón (izda.) y plantas de espliego en cepellón (dcha.)... 29	
Figura 6. Plantación de encinas en periodo de adaptación.	31
Figura 7. Plantación de encinas en periodo de colonización.....	33
Figura 8. Método de poda de las encinas.	34
Figura 9. Plantación de encinas en periodo de asentamiento.	35
Figura 10. Plantación de encinas en periodo de explotación.	36
Figura 11. Remolque destilador.	40
Figura 12. Calendario de actuaciones del proyecto.....	43
Figura 13. Gráfica relación entre VAN y TIR.....	47

Índice de Tablas

Tabla 1. Alternativa global adoptada para el proyecto.....	20
Tabla 2. Tramos y características del cerramiento.	26
Tabla 3. Cantidad de material utilizado en el cerramiento.....	26
Tabla 4. Maquinaria y mano de obra necesaria para el cerramiento.	27
Tabla 5. Rendimientos medios de una plantación de espliego.....	39
Tabla 6. Maquinaria y mano de obra necesaria para el establecimiento de la plantación.....	41
Tabla 7. Maquinaria y mano de obra necesaria para el mantenimiento y el seguimiento de la plantación.	42
Tabla 8. Ingresos por la venta de trufa.	44
Tabla 9. Ingresos por la venta del aceite esencial de espliego.	45
Tabla 10. Flujos de caja totales.	45
Tabla 11. Resultados VAN y TIR.	47

1. Objeto

1.1. Título del proyecto

Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalebreras (Soria).

1.2. Encargo y dirección del proyecto

El proyecto descrito en este documento ha sido encargado por D. Porfirio Cabello Celorio, propietario de la parcela en la que se van a ejecutar todo el conjunto de tareas para cumplir los requisitos impuestos.

El proyecto será dirigido por el Ingeniero Técnico Agrícola D. Javier Cabello Urquia, siendo la persona cualificada a la cual el promotor ha decidido delegar la dirección del proyecto y sobre la cual recaerá la máxima autoridad en la ejecución

1.3. Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es el diseño completo de una plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas perteneciente al promotor situada en la provincia de Soria, una región en la que existe mucha cultura alrededor de la trufa debido a las buenas condiciones existentes para su cultivo. Para ello se utilizarán plantas leñosas inoculadas con el hongo que produce la trufa, el producto deseado.

El proyecto surge del deseo del promotor de romper con la monotonía cerealista existente en el área de actuación del proyecto y comenzar una actividad económica que fomente la diversificación.

Todo el conjunto de actuaciones que componen la ejecución del proyecto, así como su planteamiento previo, se realizarán de manera respetuosa con el medio ambiente, al tratarse de una zona de gran riqueza en ecosistemas forestales y a su proximidad con la sierra del Madero.

2. Alcance

En el presente proyecto se realizará el diseño completo de la explotación trufera, a partir de la parcela con aptitud cerealista existente actualmente. Para ello, será realizará el conjunto de actuaciones descritas a continuación:

- Valoración de la potencialidad trufera de la parcela mediante el estudio del análisis edafológico y de los condicionantes climáticos y ecológicos. De forma

complementaria a esta determinación precisa, se utilizarán otros métodos propuestos que verifiquen los resultados obtenidos con el primer método.

- Realización de un estudio de las alternativas posibles para el conjunto de aspectos determinados en el proyecto, con el fin de observar cual se adapta de mejor manera o si existe alguna relación de incompatibilidad entre ellos. Dentro de este estudio se contemplará la posibilidad, por deseo del promotor, de introducir un cultivo complementario con el fin de obtener ingresos durante los años no productivos de la trufa.
- Estudio de las características biológicas de las especies de hongo y de la planta introducida con el fin de comprobar su adaptación al lugar y sus requerimientos.
- Realización de un cerramiento a lo largo del perímetro de la plantación para dotarlo de privacidad y proteger el producto al ser muy codiciado por su alto valor económico en el mercado.
- Definición de todas las labores y acciones necesarias para el establecimiento del cultivo y para realizar el posterior seguimiento y mantenimiento de la explotación trufera.
- Diseño completo de un sistema de riego que proporcione el déficit hídrico, en caso de existir. Se definirá todo el conjunto de tuberías necesarias, así como su colocación en la parcela.
- Realización de un estudio sobre el mercado de la trufa, analizando los puntos de venta más cercanos y las formas de comercialización.
- Exposición del marco legislativo existente en materia de truficultura, con el fin de observar si las actuaciones que comprende el proyecto se adaptan a todo lo dispuesto en la legislación vigente.
- Estudio económico detallado que comprenda el análisis de la viabilidad de la plantación y el periodo de vida útil estimado para la misma.
- Realización de un estudio de impacto ambiental con el fin de analizar el grado de interacción entre el medio ambiente y la explotación planteada en el proyecto.
- Realización de un estudio básico de seguridad y salud en el que se recojan los aspectos y directrices necesarios para ejecutar las obras sin que existan daños personales.

3. Antecedentes

3.1. Situación y uso actual de la parcela

La zona de actuación (propiedad del promotor) sobre la cual se va a ejecutar el proyecto se compone de dos parcelas: la parcela número 468 y la parcela número 469 del polígono 3 de Matalebreras, un municipio de la provincia de Soria, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Figura 1).

La localización y situación precisa del municipio y la parcela se halla reflejada en los Planos I y II.

Como ambas parcelas pertenecen al promotor, y una está contenida dentro de la otra, se tratará a la zona de actuación como una parcela única.

El municipio se extiende sobre una superficie de 41,63 km² y está situado al pie de la sierra del Madero, limitando con Muro de Ágreda, Ólvega, Montenegro de Ágreda, Castilruiz y Fuentestrún.

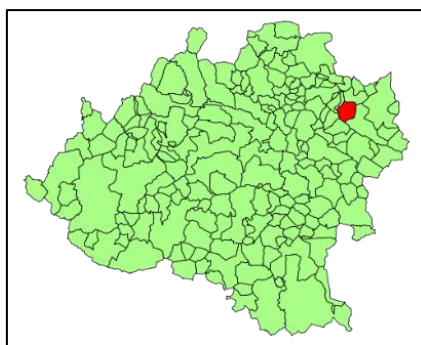


Figura 1. Localización de Matalebreras en la provincia de Soria. Fuente: <https://es.wikipedia.org/>

La parcela posee dos accesos: uno por la Carretera Nacional N-122 y otro por la carretera Matalebreras-Montenegro de Ágreda.

La parcela posee una forma bastante irregular, aunque sus márgenes son rectos. Cuenta con pendientes algo más pronunciadas en la zona sur, pero en ningún momento superiores a 4%. Cuenta con una superficie de 4,32 hectáreas que va a constituir la totalidad de la superficie de actuación del proyecto.

Actualmente la parcela se encuentra cubierta, prácticamente en su mayoría, por rastrojo de cereal. El cultivo antecedente de la parcela era trigo (durante más de dos años), por lo que no hay problema para comenzar el proyecto en ella cuando se crea conveniente al ser este un requerimiento que hay que cumplir en la truficultura.

En el Anejo IX se expone una galería fotográfica en la que se muestra el estado actual de la parcela y sus características topográficas.

3.2. Estudios previos

Los estudios previos que se utilizarán para la realización del proyecto son los siguientes:

- Estudio climático de la región donde está situada la zona de actuación, con el fin de comprobar si el clima será un condicionante para la plantación y establecer medidas. Los datos climáticos se obtendrán de la estación meteorológica de Soria, al estar a 35 km y posee registros de un periodo de 30 años.

En el Anejo I se incluye el análisis climático realizado con todas las variables y factores que han sido tenidos en cuenta.

- Estudio edafológico de la parcela con el fin de determinar si es apta para llevar a cabo el proyecto en ella, de lo contrario será necesario realizar alguna modificación en el terreno o, si no fuera posible, desestimar el proyecto.

En el Anejo II se incluye el análisis edafológico realizado con todos los factores edáficos que se han tenido en cuenta.

A partir de estos dos estudios y una serie de factores ecológicos se podrá determinar la potencialidad trufera de la parcela, cuyo análisis se encuentra detallado en el Anejo III.

3.3. Condicionantes internos

La mayoría de los condicionantes internos que se plantean van relacionados al desarrollo de la trufa (Anejo VI), ya que la especie leñosa posee un gran potencial de adaptación a la zona y se desarrolla en diferentes ámbitos con mucha facilidad (Anejo V).

3.3.1. Condicionantes climáticos

- **Precipitación:** la cantidad de lluvia anual óptima para asegurar el abastecimiento de la plantación trufera se encuentra entre los 485 y los 1.500 mm, siendo obligatoria la existencia de una cantidad mínima en verano de unos 75 mm (Bonet et al, 2008).

En la zona de actuación se posee una precipitación anual media de 520 mm, por lo que no supondrá un condicionante para el establecimiento de la plantación. Además, se va instalar un sistema de riego, por lo que en verano se podrá aportar la cantidad necesaria de agua.

- **Temperatura:** la estacionalidad en las zonas donde se plantea el cultivo de la trufa debe ser pronunciada. (Bonet et al, 2008).

Como refleja el análisis climático, la zona posee una estacionalidad marcada, con las características necesarias para el desarrollo de la trufa.

3.3.2. Condicionantes edáficos

- **Pedregosidad:** al contrario de lo que sucede con otros cultivos como los hortícolas, en este caso la pedregosidad adquiere una connotación positiva, ya que es sinónimo de un buen drenaje y aireación del suelo (Bonet et al, 2008).

La cantidad de elementos gruesos existentes en la parcela se encuentra en torno al 28%, un valor dentro de los límites aconsejables para los suelos destinados a la truficultura.

- **pH:** es uno de los grandes condicionantes en el cultivo de la trufa. Es indispensable que el suelo posea un pH básico, nunca menor de 7,5 ni mayor de 9 (Bonet et al, 2008).

El análisis del suelo indica que el suelo de la parcela posee un valor de 8,44 por lo que es un suelo apto para la práctica de la truficultura. Esto indica que el suelo posee una ligera reacción alcalina.

- **Calcio:** debido a que se requiere un suelo calizo para la plantación de trufa, la presencia de carbonato cálcico es fundamental. Su concentración debe superar el 1% y puede llegar hasta el 90% (Bonet et al, 2008).

En la parcela de estudio se posee un valor de 23% en los horizontes superiores, por lo que se trata de un porcentaje dentro del rango aconsejable. El contenido de caliza activa del 3%, un valor que coincide con el valor medio de los suelos truferos.

- **Textura:** la ideal es una textura franca (Bonet et al, 2008). El suelo de la parcela posee una textura franca, con tendencia a franco-arenosa, por lo que es apto para el cultivo de la trufa.
- **Materia orgánica:** la cantidad de materia orgánica en los suelos destinados al cultivo de trufa puede oscilar fuertemente entre 0,16% y 35,40% (Bonet et al, 2008).

El análisis indica que la parcela posee un contenido en materia orgánica del 1,12%, por lo que se encuentra dentro del rango de valores recomendados para la truficultura.

- **Macronutrientes:** el nitrógeno, el fósforo y el potasio no es necesario que sean aportados, ya que con las cantidades que poseen todos los suelos es suficiente para el correcto desarrollo del árbol y del hongo.

Como indica el análisis edafológico, los valores de los tres macronutrientes se encuentran dentro de los rangos recomendados para la truficultura.

3.3.3. Condicionantes geológicos

Los suelos más favorables para la práctica de la truficultura son los del Mesozoico, ya que en ellos abundan los minerales calizos y las margas, y no se da la presencia de arcillas plásticas (Bonet et al, 2008).

En la zona de estudio abundan este tipo de suelos, por lo que no supondrá un condicionante para la explotación.

3.3.4. Condicionantes topográficos

- **Altitud:** las truferas están ubicadas en torno a los 600-1.200 m (Bonet et al, 2008).

La parcela está a una altitud de 995 m, por lo que no es un condicionante a tener en cuenta.

- **Pendiente:** las truferas se suelen establecer en zonas con pendientes moderadas menores que el 15% (Bonet et al, 2008). En este caso se posee una pendiente del 4%.

3.3.5. Condicionantes bióticos

Es importante conocer el cultivo predecesor a la plantación trufera ya que afectará a la evolución de la misma. Los resultados son buenos cuando los antecedentes son cereales o forrajeros.

El cultivo antecedente de la parcela es el trigo, por lo que no se darán problemas de infección por otros hongos en el terreno como ocurre en el caso de las leñosas.

3.4. Condicionantes externos

- **Núcleos de población:** el municipio de Matalebreras posee una población de 66 habitantes, pero se encuentra a escasa distancia de varias ciudades con grandes núcleos de población como Soria, Zaragoza, Logroño o Burgos, por lo que proporciona un interés añadido a la hora de establecer vías de comercialización.
- **Material y maquinaria:** el suministro de materiales, materias primas y maquinaria necesario para las actuaciones del proyecto se realizará en la ciudad de Soria, ya que allí existen empresas que son capaces de proporcionar todo lo necesario y se encuentran a poca distancia.

La planta micorrizada se obtendrá de viveros certificados y especializados existentes en la provincia de Soria, realizando los encargos con la suficiente

antelación para que sean capaces de realizar el suministro de todas las plantas en el momento necesario.

- **Mano de obra:** en la provincia de Soria existen varias plantaciones truferas, por lo que encontrar a operarios especializados en este tipo de plantaciones no será un condicionante.
- **Régimen de propiedad:** no existen condicionantes legales, ya que la propiedad de la parcela corresponde al promotor.

4. Normas y referencias

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Las principales disposiciones legales y normas que han regido el presente proyecto son las siguientes:

- **UNE 157001:2014**, criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico
- **CE 1221/2008**, normas de comercialización de frutas y hortalizas.
- **Decreto 1688/1972**, de 15 de junio, por el que se regulaba la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno.
- **Ley de Montes** de 8 de junio de 1957.

En el Anejo XVI se expone de forma detallada las normas que componen el marco legislativo de la truficultura, comprendiendo disposiciones de ámbito europeo, estatal y autonómico.

4.2. Programas de cálculo

Los programas de cálculo utilizados en la elaboración de este proyecto son los siguientes:

- Microsoft office: Excel 2013.
- AutoCAD.
- QGIS.

4.3. Referencias bibliográficas

Aguilar Pepiol, A. (1982). *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Explotación de trufas*. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.

Alloza, J.A., Folch, L., y Reyna, S. (2002). *La truficultura: una dehesa rentable para los encinares en suelos calizos*. Valencia: CEAM.

Antúñez, A., Felmer, S., Mora, D. (2010). Eficiencia en sistemas de riego por goteo en secano. *INIA Tierra adentro enero-febrero 2010*.

Biblioteca de la Universidad Pública de Navarra. Oficina de Referencia. (2014). *Guía para citar y referenciar. APA Style*. Recuperado de https://www.unavarra.es/digitalAssets/186/186553_100000guia_para_citar_y_referenciar_normas_APA.pdf

Bonet, J.A., Colinas, C., Fischer, C., Martínez, J., Oliach, D., y Olivera, A. (2008). *Estado actual de la trufa y la truficultura*. (Informe técnico número 26). Barcelona: Ruralcat.

Cadahia, D., y Romanyk, N. (2001). *Plagas de insectos en las masas forestales*. Madrid: Mundi-Prensa.

Caetano, P., Sánchez, J.E., Sánchez, M.E., y Trapero, A. (2010). *Podredumbre radical de la encina y el alcornoque*. Córdoba: Junta de Andalucía.

Chevalier, G. y Grente, J. (1980). “*La trufficulture, un or noir por la región méditerranéenne*”. Paris: INRA.

De Miguel, A., Hernández, A., y Reyna, S. (2004). *Situación y perspectivas de la truficultura en España*. Valencia: CEAM.

De Miguel, A., y Sáez, R. (2005). *Algunas micorrizas competidoras de plantaciones trufas*. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 16: 1-18.

De Miguel, A., y Sáez, R. (2008). *La trufa. Guía de truficultura*. Navarra: ITG.

Delmas, J. (1983). “*La truffe et sa culture*”. Paris: INRA.

Escafre, A. y Roussel, F. (2006). “*Rapport relatif au développement de la trufficulture française*”. Paris: “Ministère de l’agriculture et de la pêche”.

Folch, L., Giner, M., Hernández, A., Reyna, S., y Tagliaferro, F. (2001). *El proyecto life-medio ambiente, “revalorización de bosques productores de trufa: un ejemplo de gestión sostenible”*. Castilla y León.

Gómez Molina, E. (2010). Legislación vigente en esta materia: resumen de la legislación aplicable a nuestro territorio y análisis comparativo con otras legislaciones. En *cul-tuber*,

proyecto para el cultivo de la trufa como impulsor de desarrollo sostenible en la provincia de Huesca (Huesca, 10, 11 y 12 de noviembre de 2010). Huesca: Cul-tuber.

Guerrero Pérez, P., y Recio Valverde, I. (1972). *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. La trufa*. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.

Luna Lorente, F. (1980). *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Cultivo de las plantas aromáticas*. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.

Luna Lorente, F. (1980). *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Plantas aromáticas más cultivadas en España*. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.

Luna Lorente, F. (1981). *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Destilación de plantas aromáticas*. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.

Moquet, L. (2013). *“La Radiesthesie au service de la trufficulture”*. Francia.

Muñoz, F. (1987). *Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y procesado*. Madrid: Mundi-Prensa.

Olivier, J.M. (2007). *“Trufficulture; Objectif 2027. Essai libre de prospective sur la trufficulture dans 20 ans”*. Paris: INRA.

Pizarro Cabello, Fernando. (1990). *Riegos localizados de alta frecuencia. Goteo, microaspersión y exudación*. Madrid: Mundi-Prensa.

Reyna Domenech, S. (2000). *Trufa, trufficultura y selvicultura trufera*. Madrid: Mundi-Prensa.

Reyna Domenech, S. (2007). *Trufficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Mundi-Prensa.

Reyna Domenech, S. (2009). *Trufficultura en España. 5º Congreso Forestal Español (Centro Municipal de Congresos y Exposiciones de Ávila, 21 y 25 de septiembre de 2009)*. Ávila: SECF.

Romero, M.A., Sánchez, M.E., Trapero, A., y Venegas, J. (2010). *El chancro del tronco del alcornoque causado por Botryosphaeria (Chancro de Diplodia)*. Córdoba: Junta de Andalucía.

Soria, S., y Notario, A. (1990). *Tortrix viridana L., una plaga de las encinas de problemático control*. Madrid: Boletín de sanidad vegetal del Ministerio de Agricultura.

Toimil Crespo, F.J. (1998). *Principales insectos defoliadores de la encina en la provincia de Huelva*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Urbano Terrón, P. (2010). *Tratado de fitotecnia general*. Madrid: Mundi-Prensa.

4.4. Otras referencias

“C’est quoi une truffe?”. (2016). En *Truffeculture*. Recuperado de <http://www.truffeculture.com/le-monde-de-la-truffe/nos-dossiers/c-est-quoi-une-truffe/>

50.000 euros para ayudas al cultivo de la trufa negra. (12 de julio de 2016). *El periódico de Castilla y León*.

Arazuri, S. (2016). “Maquinaria para el trabajo del suelo y para el abonado”. Asignatura de Mecanización Agraria. Universidad Pública de Navarra.

Asociación AMAR Soria. (2017). AMAR Soria. [Blog]. Recuperado de <http://amarsoria.blogspot.com.es/>

Bescansa, P. (2015). Asignatura de Suelos. Universidad pública de Navarra.

Clasificación climática de Papadakis (2017). En *Meteo.navarra*. Recuperado de <http://meteo.navarra.es/definiciones/papadakis.cfm>

EIA: *Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental*. (2017). Recuperado de <http://www.eia.es/>

El control del escarabajo de la trufa, objeto de estudio en Teruel (11 de noviembre de 2016). *Heraldo de Aragón*.

El mercado de la trufa negra en Italia. (2016). En *Prochile*. Recuperado de <http://www.prochile.gob.cl/documento-biblioteca/el-mercado-de-trufa-negra-en-italia/>

Estadísticas del viento y del tiempo en Soria. (2017). En *Windfinder*. Recuperado de <https://es.windfinder.com/windstatistics/soria>

Giménez, R. (2016). “Riego localizado”. Asignatura de Riegos. Universidad Pública de Navarra.

Guía de buenas prácticas en truficultura. (2015). En *Diputación de Huesca*. Recuperado de <http://www.dphuesca.es/guia-de-la-trufa>

Índices climáticos. (2004). En *Millarium*. Recuperado de <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/IndicesClima.htm>

Jara Taito, C. (2012). Situación mercado de la trufa en el Mundo. En *Agrimundo.cl*. Recuperado de <http://www.agrimundo.cl/?publicacion=situacion-mercado-de-la-trufa-en-el-mundo>.

La encina (2017). En *Wikipedia*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Quercus_ilex

La trufa negra. (2017). En *Wikipedia*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Tuber_melanosporum

Normativa de Castilla y León. (2017). En *Proyneroso*. Recuperado de <http://www.proyneroso.com/life/normativa.htm#castillayleon>

Pedro. (2 de septiembre de 2015). Cercados con postes de madera y malla rural anudada fincas cerramientos [Publicación en un blog]. Recuperado de <http://vinuesavallasycercados.com/2014/07/cercados-con-postes-de-madera-y-malla-rural-anudada-fincas-cerramientos/>

Qué es una trufa (2017). En *Consultatodo*. Recuperado de <http://www.consultatodo.com/trufa/trufaIndex.htm>

4.5. Plan de gestión de calidad aplicado durante el proyecto

Las directrices seguidas en este proyecto para realizar la gestión de calidad se recogen en la Norma UNE 66916-2003.

Se trata de una norma internacional que no supone una guía para la gestión de proyectos, sino que proporciona unas bases de orientación para asegurar la calidad en el conjunto de procesos que integran la gestión del proyecto.

5. Definiciones y abreviaturas

5.1. Definiciones

Alelopatía: fenómeno por el cual la trufa es capaz de impedir el crecimiento de algunas plantas y la instalación de otros hongos.

Ascas: envoltura de esporas, a modo de sacos, característico de los ascomicetos.

Micorriza: raicilla de una planta superior modificada por la asociación simbiótica con hongos para formar una estructura constante.

Piqueta: herramienta metálica o pequeño pico utilizado para cavar la tierra en la recogida de la trufa en Francia.

Quemado: zona de una trufera donde la vegetación no prolifera. Frecuentemente, es un círculo que se prolonga alrededor del árbol de forma uniforme. Es causado por el fenómeno de la alelopatía.

Simbiosis: asociación entre dos seres vivos en la que ambos salen beneficiados.

5.2. Abreviaturas

μm: micrómetro.

μS: microsiemens.

cc: centímetro cúbico.

cm: centímetro.

CV: caballo de vapor.

g: gramo.

h: hora.

ha: hectárea.

km: kilómetro.

km²: kilómetro cuadrado.

l: litro.

m: metro.

m²: metro cuadrado.

m³: metro cúbico.

mm: milímetros.

°C: grados Celsius.

ppm: partes por millón.

s: segundo.

ud: unidad.

6. Requisitos de diseño

El promotor ha solicitado el diseño de una explotación trufera en su parcela, apostando por la diversificación de la zona y por la creación de una nueva actividad económica. Los condicionantes que ha establecido el promotor para la realización del proyecto son los siguientes:

- El proyecto solamente se realizará si, tras realizar el análisis económico, se confirma que es rentable. De lo contrario, podrá desestimar el proyecto con total autoridad.

- Toda la superficie de la parcela deberá ser destinada a la plantación, salvo que por circunstancias muy restrictivas se tuviese que anular la utilización de una porción de la misma.
- Se privilegiará la utilización de especies autóctonas de la zona, con el fin de promover el mantenimiento de la flora natural del lugar y asegurando así un potencial de adaptación mayor.
- La parcela será vallada con el fin de evitar la sustracción del producto por personas ajenas a la explotación.
- Se estudiará la posibilidad de introducir un cultivo complementario que proporcione ingresos durante los primeros años de la explotación, siempre que no comprometa el desarrollo de la trufa ni la viabilidad de la explotación.
- Desde la aprobación del proyecto, el mismo tendrá un plazo máximo de un año para dar comienzo.
- Se privilegiará la contratación de mano de obra del municipio, con el fin de fomentar la actividad económica del mismo.
- Se solicitarán las subvenciones que sean aplicables a la materia del proyecto.
- El proyecto tendrá un compromiso constante con el medio ambiente, sin causar ningún daño de magnitud reseñable.

7. Análisis de alternativas

Para conseguir dar solución a los problemas existentes se van a ofrecer diferentes alternativas para cada uno de ellos con el fin de poder llegar a soluciones globales partiendo de la resolución de conflictos sencillos. A continuación, se expone el análisis de alternativas realizado en el proyecto, cuya extensión detallada y con fotografías se encuentra en el Anejo IV.

7.1. Alternativas de diseño

7.1.1. Elección de la especie de hongo

Trufa de verano (*Tuber aestivum*)

Esta trufa presenta una serie de ventajas e inconvenientes: mayor adaptación a distintas condiciones de crecimiento y valor seis veces inferior al de la trufa negra de invierno (50 y 100 €/kg), entre otros.

Trufa de invierno (*Tuber brumale*)

Esta trufa presenta una serie de ventajas e inconvenientes: menos sensible a la sequía, temporada de recolección limitada y precio 4 veces inferior a la trufa negra, entre otros.

Trufa negra de invierno (*Tuber melanosporum*)

Esta trufa presenta una serie de ventajas e inconvenientes: precio de venta de hasta 1.000 €/kg, excelentes cualidades organolépticas y temporada de recolección limitada, entre otros.

7.1.2. Elección de la especie leñosa**Encina (*Quercus ilex*)**

Posee un porte arbóreo de hasta 20 metros de altura y un sistema radical pivotante.

Vive en zonas con más de 300mm de precipitación (50-250 mm de precipitación estival) temperaturas medias de enero entre -3 y 11 °C y temperaturas medias de agosto entre 14 y 28 °C. Es muy resistente al frío (Reyna, 2007). Puede encontrarse desde el nivel del mar hasta los 2.200 m de altitud (en la región sur), aunque su óptimo está entre los 200-1.200 m (Reyna, 2007).

Roble pubescente (*Quercus humilis*)

Es un árbol de hasta 20 m de altura y con un sistema radical potente (Reyna, 2000).

Sus exigencias en precipitación son de más de 600 mm al año (150 mm en verano). Resiste bien las bajas temperaturas. Posee preferencia por los suelos calizos, aunque tiene tolerancia a otro tipo de suelos (Delmas, 1983). Es utilizado en las plantaciones de las zonas situadas en el norte. (Reyna, 2000).

Avellano (*Corylus avellana*)

Es un arbusto de 2-5 m de altura, rara vez con porte arbóreo (Figura 6). El sistema radical es muy abundante y actúa como un gran portador de micorrizas y colonizador del suelo. Su crecimiento es más rápido que el de la encina o el roble y la producción de trufa precoz, pero es más sensible a la contaminación por parte de otros hongos competidores como *Tuber brumale* (Delmas, 1983).

Es exigente en humedad y sólo se adapta bien zonas secas con técnicas de cultivo. Respecto al suelo, se adapta tanto a los calizos como a los silíceos (Reyna, 2007).

7.1.3. Elección del sistema de cultivo

Monocultivo

Consiste en una plantación de una sola especie, con los mismos patrones (si procediese), resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación. Este aspecto hace más eficiente la producción a gran escala.

Las ventajas e inconvenientes de este sistema de cultivo son: baja cantidad de mano de obra, mayor eficiencia técnica, poca diversificación y degradación del suelo, entre otros.

Cultivo mixto

Este sistema propone una alternancia entre las especies productoras con diferentes etapas de maduración. Se suele proponer la alternancia de especies como la encina o el roble con el avellano, debido a sus diferentes épocas de entrada en producción.

Las ventajas e inconvenientes de este cultivo son: buen equilibrio precocidad-longevidad, decaimiento en la producción al utilizar avellano y potencial de adaptación diferente, entre otros.

Cultivo intercalar

Este sistema adquiere bases del monocultivo y del cultivo mixto. Al monocultivo de leñosas, se le adjunta una especie plurianual (espliego, lavanda, salvia...) para ocupar los espacios disponibles entre ellos.

Estos cultivos intercalares generan un beneficio durante el periodo de asentamiento de la plantación trufiera. Además, frenan la erosión del suelo y reducen la proliferación de malas hierbas en las zonas donde están implantadas.

7.1.4. Elección del sistema de riego

Riego por inundación

No se trata de un sistema muy extendido en la truficultura, ya que en terrenos que no poseen buena infiltración puede dar lugar a episodios de asfixia del hongo por encharcamiento.

Sus ventajas son que es un sistema muy sencillo y que no necesita los altos costes de implantación que poseen los sistemas de riego localizado. Por otro lado, producen compactación del suelo y un gasto excesivo de agua.

Riego por goteo

La presión de trabajo es mínima y el caudal instantáneo puede ser muy bajo si se sectoriza el riego.

Las ventajas generales que presenta el riego por goteo son las siguientes: ahorro de agua, automatización, aplicación de fertilizantes, disminución de malas hierbas y menor cantidad de mano de obra. Las desventajas son su alto coste de instalación, la localización excesiva del agua en truficultura y la dificultad de mecanización.

Riego por microaspersión

Este sistema requiere de mayores presiones de trabajo en relación al riego por goteo, pero es el más utilizado en truficultura, ya que distribuye mejor el agua a lo largo de toda la superficie del quemado (Reyna, 2007).

Las ventajas generales que presenta el riego por microaspersión son el ahorro en agua, su amplitud de mojado y uniformidad. Las desventajas son similares al riego por goteo.

7.1.5. Elección del tipo de recolección

Perro adiestrado

La caza de trufas mediante la ayuda de un perro adiestrado es la práctica más habitual. En ocasiones, será la única que estará permitida legalmente.

Cerdo trufero

El cerdo es el animal que se usaba en los orígenes de la truficultura como animal de caza, debido a que es el mejor buscador de trufa al captar rápidamente su olor. El principal inconveniente de la utilización del cerdo es su dificultad para el adiestramiento.

Mosca de la trufa

Su presencia evidencia la existencia de trufas, y en los días soleados y con poco viento se les puede observar posados o sobrevolando algún punto de la trufera. Los inconvenientes que presenta esta técnica son su falta de efectividad y precisión.

7.2. Alternativa adoptada y justificación

Una vez definidas las alternativas se someten a un análisis multicriterio en el cual se evaluarán individualmente para realizar posteriormente un contraste y tomar decisiones. El fundamento del análisis recaerá sobre el uso de diferentes tipos de escalas de valoración con las que se dotará a cada aspecto de un valor en función del criterio evaluado.

En este caso los criterios utilizados para realizar la valoración serán el ecológico, el económico y el funcional, cuyas escalas de evaluación se adjuntan detalladamente a continuación. Los criterios seleccionados para realizar el análisis son estos debido a que tienen mucha influencia con el proyecto que se quiere desarrollar. A cada uno de ellos se le asigna un peso específico diferente en función de su influencia en el proyecto: 45% criterio económico, 30% criterio funcional y 25% criterio ecológico.

Tabla 1. Alternativa global adoptada para el proyecto.

	Alternativa escogida
Hongo	<i>Tuber melanosporum</i>
Leñosa	Encina
Sist. Cultivo	Sistema intercalar
Sist. Riego	Riego por microaspersión
Recolección	Perro

En la Tabla 1 se presenta la alternativa final adoptada para el proyecto según la valoración que se ha realizado con los criterios correspondientes. Por tanto, se ha obtenido la mejor combinación de propuestas posible para dar solución a los problemas que se planteaban, por lo que el proyecto se ha realizará en base a estas decisiones.

8. Resultados finales

8.1. Características de la plantación

Se realizará una plantación de encinas inoculadas con *Tuber melanosporum* utilizando el sistema de cultivo intercalar (Figura 2), es decir, cultivando al mismo tiempo plantas de espliego en los espacios libres con el fin de aumentar la rentabilidad de la explotación y

de obtener beneficios desde el primer año de cultivo. La disposición del cultivo principal y del cultivo intercalar se haya descrita gráficamente en los Planos V y VI.

El cultivo del espliego está dirigido a la obtención del aceite esencial, mediante un proceso de destilación. Esta esencia se utiliza principalmente en industrias de productos de perfumería y para enmascarar olores desagradables.

En todo momento se tiene en cuenta que la trufa es el producto principal de la explotación, por lo que siempre se deben adaptar las tareas realizadas en el espliego a las realizadas para la trufa. En ningún caso se debe comprometer la producción futura del hongo.

Cabe destacar que prácticamente todas ellas se adecuan a las labores propias de la truficultura, por lo que será posible obtener los rendimientos deseados de espliego sin realizar apenas acciones de carácter específico hacia la planta aromática.

El cultivo de espliego se va a realizar siguiendo la metodología del cultivo en secano, ya que el análisis de los requerimientos de la planta expuesto en el Anejo XIII constata que se desarrolla bien en lugares con precipitaciones entre 400 y 600 mm.



Figura 2. Detalle de las líneas de plantación.

8.1.1. Época de plantación

Existen dos épocas distintas de plantación como son la primavera y el otoño. La elección dependerá de las condiciones climáticas de la zona, fundamentalmente de la presencia de heladas y de vientos fuertes que puedan afectar a los individuos jóvenes, sobre todo a las encinas.

La parcela se encuentra en la provincia de Soria, considerada como una zona fría con heladas en invernales importantes. Por lo tanto, la plantación se comenzará durante la segunda quincena del mes de marzo, cuando no existe una alta probabilidad de heladas, y si existen son de carácter leve.

Al realizar la plantación en primavera es posible utilizar plantas procedentes de vivero tanto con una savia como con dos. (Diputación de Huesca, 2015).

8.1.2. Marco de plantación

Como la explotación que se va a diseñar en el presente proyecto va a estar dotada por un sistema de riego se puede tender a la utilización de marcos más reducidos. Se va a considerar un marco de 6 x 6 metros para la disposición de las encinas (Reyna, 2000).

Utilizando el marco escogido la densidad de plantación teórica sería de 277 plantas por hectárea. Debido a que se dejará un espaciamiento con el borde de la parcela de 10 m como margen de seguridad, la densidad final de encinas será de 254 plantas por hectárea.

En el caso del espliego se utilizan, en cultivo industriales, unas 8.000-9.000 plantas por hectárea (Luna, 1980). En este proyecto, al tratarse de un cultivo intercalar, la densidad es de 2076 plantas por hectárea debido a que la distancia entre las líneas es mucho mayor a la utilizada normalmente (6 metros), a pesar de que si se utilice la separación de 0,70 metros estándar entre plantas.

El espliego no se dispone sobre el terreno con ningún marco de plantación concreto (respecto a la separación entre líneas, ya que sería de 6 x 0,7 metros, algo que no es lógico para hablar de un marco), sino que se colocará formando líneas rectas paralelas y equidistantes (3 metros) a las líneas de encinas (Figura 3).

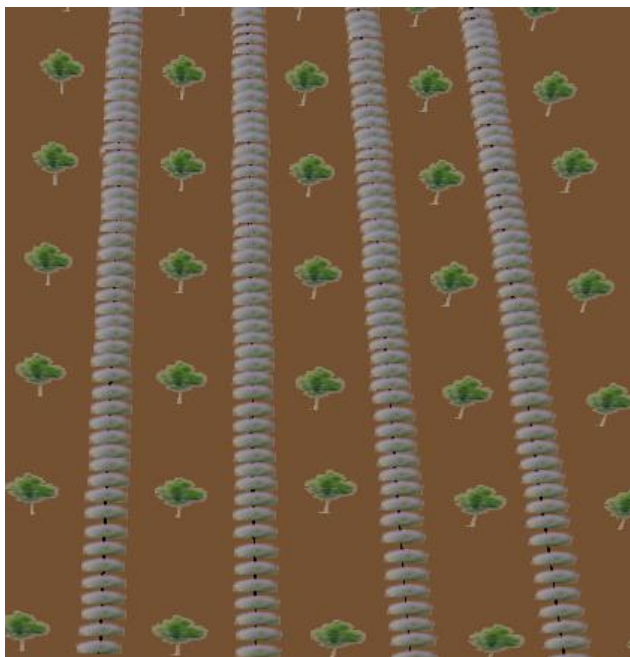


Figura 3. Distribución en planta de las especies vegetales.

8.2. Características del vallado de la parcela

La parcela será vallada como requisito de diseño impuesto por el promotor para evitar la entrada a personas ajenas a la explotación y sin autorización pertinente.

Se realizará un vallado a lo largo de todo el perímetro de la parcela, por lo que la longitud de actuación será de 1.012 metros, detallada en el Plano III.

Se respetará el espacio necesario para la colocación de dos puertas de 6 metros de anchura, cuya situación coincidirá con las dos vías de acceso a la parcela existentes.

El diseño consiste en un vallado de malla cinegética o rural anudada de 2 metros de altura enterrada 30 cm en el suelo, por lo que su altura visible se reducirá a 1,70 metros.

La malla cinegética irá asegurada con un conjunto de postes de madera tratada de pino colocados de forma equidistante. En las singularidades tales como cambios de dirección o repliegues del vallado se colocarán postes de tensión.

El enterramiento de la malla cinegética y el diseño constructivo del cerramiento se encuentra descrito gráficamente en el Plano IV.



Figura 4. Cercado rural de madera con malla cinegética. Fuente: (Pedro, 2015).

8.3. Sistema de riego

En la parcela se va a instalar un sistema de riego localizado por microaspersión ya que se ha demostrado que es el más recomendable para el cultivo de la trufa.

La producción de trufa mediante el uso de este sistema aumenta significativamente, ya que se aportan los déficits hídricos existentes en verano, la época crítica de desarrollo de la trufa.

9. Planificación

9.1. Establecimiento de la plantación

A continuación, se describe todo el conjunto de actuaciones que es preciso llevar a cabo para el establecimiento de la plantación, cuya descripción detallada se halla expuesta en el Anejo XI.

9.1.1. Preparación del terreno

Labor de desfonde

La primera labor a realizar en el terreno para acondicionarlo tras el cultivo de cereal es un trabajo de desfonde, en un pase, con un arado de vertedera tetrasurco con rejas de 40 cm de anchura y trabajando a 35 cm de profundidad. La anchura de trabajo estaría en torno a 1,60 metros.

Datos:

- Época de realización: finales de octubre, tras las primeras lluvias de otoño.
- Maquinaria: tractor de 140 CV.
- Rendimiento: 0,73 ha/h.

Labor de subsolado

En el caso de la parcela de estudio se ha constatado al realizar el análisis del suelo que existe una “suela de labor”, en torno a una profundidad de 35 cm.

Para solucionar el problema de la compactación se utiliza un subsolador de brazos rectos (3 brazos) con una separación de 50 cm entre ellos, que trabaja a 60 cm de profundidad. La anchura de trabajo oscilará entre 120-130 cm. Se realizará un solo pase.

Datos:

- Época de realización: finales del mes de enero, cuando el suelo esté relativamente seco.
- Maquinaria: tractor de 140 CV.
- Rendimiento: 0,62 ha/h.

Labor superficial

Para realizar esta labor secundaria se utilizará un cultivador de brazos vibrantes que trabaja a 15 cm de profundidad. La anchura de trabajo será de 4,5 metros. Se realizará un solo pase.

Con este apero se consigue la rotura final de los terrones que pudiesen existir, el mullido del terreno y la eliminación de las malas hierbas.

Datos:

- Época de realización: finales de marzo (tras la instalación del sistema de riego).
- Maquinaria: tractor de 120 CV.
- Rendimiento: 3 ha/h.

Enmienda orgánica

Al tratarse de un cultivo que no precisa de una gran concentración de nutrientes en el suelo y la existente es suficiente, no sería necesaria la realización de una enmienda orgánica de acuerdo a lo reflejado en el análisis edafológico expuesto en el Anejo II.

9.1.2. Vallado de la plantación

Las labores para el cerramiento de la parcela se realizarán durante la segunda quincena del mes de febrero.

El primer paso a realizar es el replanteo del vallado, mediante el marcado con cal por parte de los operarios de la línea donde se ubicará y de la situación de los postes.

Posteriormente se realizará una zanja de 35 cm de profundidad con un subsolador de un brazo acoplado a un tractor de 70 CV. En ella irá enterrada la malla cinegética (Figura 2).

La parcela se divide en 9 tramos diferentes según la orientación y ángulo de los linderos y sus características se hallan recogidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Tramos y características del cerramiento.

Tramo	Longitud (m)	Postes tensión	Postes interm.	Postes refuerzo
1 (c/ Puerta)	170	4	37	6
2	182	3	40	6
3	68	2	15	4
4	56	1	9	2
5	60	2	11	3
6 (c/ Puerta)	190	4	41	7
7	86	2	18	4
8	42	1	9	2
9	158	3	33	6

En primer lugar, se colocarán los postes de tensión, clavados sobre el terreno a una profundidad de 80 cm con un martillo neumático acoplado al tractor con el fin de asegurar firmeza. Seguidamente se clavarán los postes de refuerzo a 50 cm y los postes intermedios a 40 cm.

La malla cinegética será fijada a los postes mediante el alambre de espino galvanizado, colocado a tres alturas diferentes. (Pedro, 2015).

Se procederá a tapar la zanja dejando la parte inferior de la malla enterrada 30 cm.

Por último, se realizarán unas zapatas de hormigón con una altura de 60 cm sobre las que irán las puertas, que estarán provistas de un cartel de advertencia sobre la prohibición de entrar en la finca.

Medición del material utilizado

Las cantidades de material utilizados para vallar el perímetro de 1.012 m de la parcela están recogidas en la Tabla 3.

Tabla 3. Cantidad de material utilizado en el cerramiento.

Material	Cantidad
Puerta	2 ud.
Poste interm.	213 ud.
Poste tensión	22 ud.
Poste refuerzo	40 ud.
Malla cinégetica	1000 m
Alambre espino	3000 m
Grapas	1925 ud.
Tensores	66 ud.
Paneles	2

Maquinaria y mano de obra necesaria para el cerramiento

A continuación, se detalla en la Tabla 4, el conjunto de maquinaria y mano de obra utilizada para llevar a cabo el vallado de la parcela.

Tabla 4. Maquinaria y mano de obra necesaria para el cerramiento.

Trabajo	Maquinaria/herram	Alquiler	Mano de obra	Rdto Real
Replanteo	-	-	Capataz y dos peones	220 m/h
Apertura de la zanja	Tractor 70 CV y subsolador de un brazo	Sí	Tractorista	2.500 m/h
Colocación del cerramiento	Tractor 70 CV y martillo neumático	Sí	Tractorista, capataz, especialista en cerramientos y 5 peones	35 m/h
Colocación de la puerta	-	-	Capataz, especialista en cerramientos y 2 peones	1 puerta/3 h

Todos los materiales utilizados, así como los procesos de construcción del vallado se encuentran recogidos en el Anejo X.

9.1.3. Instalación del sistema de riego

La instalación del riego se ejecutará tras la realización de tareas preparatorias del suelo en profundidad y antes del paso de cultivador, con el fin de no comprometer al sistema y dañarlo. Por tanto, estas labores se llevarán a cabo durante la primera quincena de marzo.

La sectorización de la parcela y el esquema general de la red de riego se encuentra detallado gráficamente en los Planos VII y VIII.

Se enterrarán la tubería primaria, las secundarias y terciarias de la red, dejando a la superficie las conexiones necesarias para empalmar las tuberías laterales. Se instalará también el cabezal de riego dentro de la caseta de riego de hormigón prefabricado, cuyas dimensiones y cimentación se encuentran descritas en los Planos X y XI.

Las zanjas para enterrar las tuberías se realizarán con una retroexcavadora, y tendrán una profundidad mínima de 1,2 m, siempre asegurando una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y el terreno. La anchura de las zanjas oscilará entre 0,40-0,50 m, en función del diámetro de la tubería. En el interior de la zanja se dispondrá una capa de arena de 0,15 m de espesor para asegurar el asentamiento de la tubería.

Las características constructivas del sistema de riego se hallan descritas en el Plano IX.

Tras la plantación, se instalarán las tuberías laterales en superficie y los microaspersores, con el fin de asegurar las necesidades hídricas de la plantación en el periodo estival.

En el Anejo XIII se detalla el dimensionamiento de la red de riego y sus características y componentes, así como los del cabezal de riego y del sistema de bombeo.

9.1.4. Replanteo

Se utilizará un tractor de 100 CV orientado con un GPS y una reja se determina la ubicación exacta donde irá plantada cada especie.

La tarea se realizará en los dos sentidos de la parcela. En el primer sentido (orientación norte sur) se marcarán las líneas donde irán dispuestas las encinas con una separación entre ellas de 6 metros y las líneas continuas en las que se ubicarán las plantas de espliego.

El segundo trabajo consiste en la creación de las líneas de encina en el sentido perpendicular a las anteriores y también con 6 metros de separación.

En el punto en el que confluyan las líneas en ambos sentidos se colocará una estaca y será el lugar donde se instalará posteriormente el árbol. Se colocarán 927 estacas.

Datos:

- Época de realización: tras haber realizado el laboreo secundario, durante la última semana de marzo, con el objetivo de realizar la plantación la semana siguiente.
- Maquinaria: tractor de 100 CV con GPS y reja.
- Rendimiento: 0,4 ha/h.

9.1.5. Recepción de la planta

Todo el conjunto de requisitos y condiciones que deben reunir las plantas que se utilizarán en el proyecto se encuentran recogidas en el pliego de condiciones del mismo, así como en el Anejo XI.

Se recibirán un total de 927 plantas de encina micorrizadas y 9000 ejemplares de espliego (excedente para reposición temprana). La reposición de marras de encina se realizará más adelante, con el número exacto de ejemplares, debido a su precio elevado.

Las plantas de encina poseerán una savia de edad y tendrá una buena relación entre el sistema radical y la parte aérea. El porcentaje mínimo de micorrización de raíces exigido será de un 30%. La altura exigida por la planta girará en torno a los 25-30 cm mientras que el grosor será de 6-7 mm (Figura 5). Las plantas vendrán en envases de 400cc. Las plantas de espliego poseerán una altura de 15-20 cm (Figura 5).



Figura 5. Encinas micorrizadas en cepellón (izda.) y plantas de espliego en cepellón (dcha.). Fuente: <http://www.paula.cl/>, <http://elorigendelatrufa.com/>

9.1.6. Labores de plantación

Plantación de encinas

Se colocarán en el terreno las 927 plantas de encina (*Quercus ilex ssp. rotundifolia*) micorrizadas con *Tuber melanosporum vitt*, distribuyéndolas por el terreno para facilitar el trabajo.

Como sobre el terreno se ha realizado laboreo con un cultivador, el suelo estará bien mullido, por lo que serán suficientes 3 ó 4 golpes de azada para abrir un hoyo suficiente para la colocación de la planta.

Se realizará un alcorque de 50 cm de diámetro alrededor del árbol para poder realizar después de la plantación un riego de asentamiento de la planta de unos 10 litros de agua.

Datos:

- Época: principios de abril.
- Rendimiento: 100 plantas/hora.

Plantación de espliego

Se plantarán 8968 plantas de espliego (*Lavandula latifolia*).

Para la plantación del espliego se utiliza una máquina plantadora arrastrada por un tractor de 140 CV, en la que un rejón marca la línea de la fila y una vertedera, abre el surco. Los fallos los repondrá un operario.

Datos:

- Época: principios de abril.
- Rendimiento: 1000 plantas/hora.

9.1.7. Riego de apoyo en la plantación

Tras la plantación se realizará un riego para asegurar el arraigo mediante una cuba de 4.000 litros acoplada a un tractor de 140 CV que distribuirá el agua en los alcorques mediante una manguera doble. Se aplicarán en torno a 10-15 litros por planta en el alcorque.

Las plantas de espliego serán regadas igualmente con una manguera flexible trasera.

En este caso la labor de riego se puede realizar con maquinaria con anchura superior al espacio entre las calles ya que el cultivo de espliego tendrá 20 cm de altura, por lo que el tractor puede pasar sobre dichas plantas sin efectuar ningún daño.

Datos:

- Rendimiento: 140 plantas/hora.

9.2. Plan de mantenimiento y seguimiento del cultivo principal

El plan mantenimiento y seguimiento estará basado en un conjunto de técnicas de carácter cultural que asegurará el buen estado sanitario de la plantación, así como su nutrición y la satisfacción de sus necesidades hídricas. La descripción detallada del mismo se encuentra expuesta en el Anejo XII.

9.2.1. Periodo de adaptación

Este periodo denominado como “travesía en el desierto” comprende los 3 primeros años de la plantación, desde que los árboles son dispuestos en el terreno hasta que se observan los primeros síntomas del desarrollo del micelio (Figura 6).

En este periodo solamente se observará el desarrollo aéreo de las encinas, y se debe asegurar su supervivencia.



Figura 6. Plantación de encinas en periodo de adaptación. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

Reposición de marras

La cantidad de marras se estima alrededor de un 2%, por lo que se necesitarían 19 plantas (Reyna, 2007).

La reposición se realizará de forma manual y con las mismas directrices que en la plantación anterior, realizándose con preferencia a la entrada del otoño del mismo año.

En el caso del espliego, la reposición de las plantas que no hayan arraigado se realizará las semanas posteriores a la plantación, utilizando las plantas excedentes de la plantación.

Laboreo del suelo

Es importante mantener la zona de crecimiento del hongo libre de vegetación, por lo que se realizará una labor de escarda manual alrededor de la planta, por medio de 4 operarios provistos de azadas.

Datos:

- Época: principios de primavera, tras la campaña de recolección.
- Rendimiento: 140 plantas/hora.

En las calles intermedias se pueden realizar labores de reja mediante un cultivador con colas de golondrina de 1,5 metros de anchura y control de profundidad a 15 cm, pero ajustando la anchura de trabajo para no interferir en ningún momento con el cultivo intercalar. Para ello se utilizarán los pasillos entre filas de 1,5 metros.

Datos:

- Época: una labor en abril tras la campaña de recolección, y otra a principios de otoño
- Maquinaria: tractor con una anchura 1,25 metros y 60 CV de potencia
- Rendimiento: 1,3 ha/h.

Riego

Los riegos durante los primeros años de la plantación deben servir solamente para suministrar un aporte hídrico de supervivencia a la planta y al hongo.

Los riegos se aplicarán cada dos semanas desde que comienza a aparecer un déficit hídrico desde principios de la primavera hasta la mitad del verano, ajustando la cantidad de riego aportada a la mitad o una cantidad inferior al déficit existente para estimular de este modo el crecimiento radical (estrategia de riego deficitario).

A partir de ahí solo se deben de realizar riegos de finales de julio a otoño en caso de sequía extrema.

Tratamientos fitosanitarios y herbicidas

En España se sigue el modelo italiano y no se recomienda la utilización de herbicidas, ya que la hierba que se desarrolle en la parcela será eliminada mediante el laboreo superficial (Reyna, 2007).

Si se constata la presencia de hongos o insectos que ataquen a la plantación se diagnosticará el grado de gravedad de la situación, aunque por norma general no se realizarán aplicaciones de este tipo.

Todo el conjunto de plagas y enfermedades que afectan al cultivo se expone en el Anejo VII.

9.2.2. Periodo de colonización

Corresponde al periodo comprendido entre los años 4 y 8 de la plantación (Figura 7). En él se produce la extensión del micelio en el suelo y la proliferación de micorrizas de trufa en el sistema radical, provocando la aparición de los quemados (año 6).

El objetivo fundamental en este periodo es el de dotar al suelo de unas buenas condiciones para el desarrollo del hongo, y evitar la competencia por parte de otros hongos indeseables.



Figura 7. Plantación de encinas en periodo de colonización. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

Laboreo del suelo

Se seguirá realizando el escardado manual con azada hasta que se diagnostique la presencia del quemado, en ese momento se interrumpirá esa acción (año 6).

Se continuará con la labor de escarda a baja profundidad con cultivador entre las líneas, eliminando la competencia para el cultivo principal y el intercalar.

Riego

Se continuará aportando un riego deficitario hasta la aparición de los quemados para estimular el crecimiento y la exploración de las raíces.

Acolchado

En la parcela de estudio existe pedregosidad superficial, por lo que los operarios irán posicionando las piedras existentes en el futuro emplazamiento de los quemados para mejorar sus características y facilitar sus futuras tareas.

Poda

La forma que se busca en los árboles truferos es el de cono invertido (Figura 8), consiguiendo la incidencia oblicua de los rayos del sol sobre el terreno. Solamente se realizarán podas muy ligeras, de acuerdo a lo especificado en el Anejo XII.

Datos:

- Época: final del mes de marzo, cuando la actividad vegetativa del árbol es baja.
- Rendimiento: 130 plantas/hora.

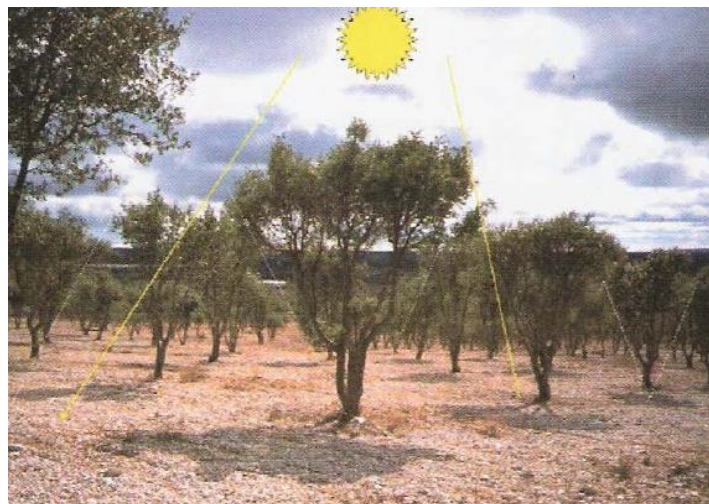


Figura 8. Método de poda de las encinas.

Fertilización

En el presente proyecto no será necesaria la aportación de ningún tipo de fertilizante en ninguna de las etapas del cultivo ya que se ha constatado mediante el análisis de suelo que existen concentraciones de elementos minerales dentro de los valores recomendados.

Seguimiento de la micorrización

Se realizarán muestreos periódicos, tomando varias muestras aleatorias de diferentes árboles y zonas de la plantación, mediante una azada y sin dañar excesivamente las demás raíces del árbol.

Las raíces micorrizadas extraídas se llevan a un laboratorio para proceder a su análisis y conocer el estado de desarrollo del hongo.

9.2.3. Periodo de asentamiento

Es el periodo comprendido entre la etapa de colonización y la de explotación (desde los 8 hasta los 10-12 años). La trufa alcanza una masa crítica de micelio y micorrizas, y los quemados ya se están desarrollando a mayor velocidad (Figura 9).



Figura 9. Plantación de encinas en periodo de asentamiento. Fuente: <http://www.micoflora.com/>

Laboreo del suelo

Al aparecer los quemados hay que interrumpir el laboreo alrededor de los árboles, ya que el hongo realiza su propia acción frente a las malas hierbas.

Además, la acumulación de piedras sobre los quemados ayudará al hongo a realizar su acción.

Se continuarán realizando tareas de laboreo superficial entre las calles para eliminar la vegetación y beneficiar al cultivo intercalar en sus últimos años de producción.

Datos:

- Época: primavera, tras la temporada de recolección.

Riego

En este periodo se realiza una transición entre el modelo de riego deficitario del periodo anterior y el modelo de satisfacción de las necesidades que será propuesto en la fase de explotación.

Por tanto, se irán variando progresivamente las dosis de riego aplicadas, hasta que en los últimos años de este periodo se asemejen al déficit real.

Poda

En este periodo continuarán las podas ligeras de formación para dotar al árbol de la forma requerida para mejorar la insolación y aireación.

Se deberán proteger las heridas creadas en la poda para evitar la penetración de hongos que atacan a la madera.

Datos:

- Época: principios de primavera.

9.2.4. Periodo de explotación

Con los quemados correctamente desarrollados, en torno al año 10-12 se entra en el periodo de explotación, en el que comienza la producción de la trufa (Figura 10).



Figura 10. Plantación de encinas en periodo de explotación. Fuente: <http://www.aragotruf.com/>

Laboreo del suelo

Se realizará una labor a una profundidad máxima de 8 cm entre las calles, y en el quemado se rastrillará manualmente el terreno para dotarlo de aireación.

Datos:

- Época: principios de primavera, al finalizar la campaña de recolección y, en el caso de que se observase una gran proliferación de malas hierbas a principios de otoño, podría repetirse la labor.
- Rendimiento: 1,3 ha/h.

Al entrar en el periodo de explotación (año 10) se producirá el levantamiento de la plantación de espliego, por lo que el laboreo ya puede ser realizado en la totalidad del espacio entre líneas. Para ello se utilizará un tractor de 100 CV y un cultivador de cola de golondrina de 2,5 metros de anchura.

Datos:

- Época: principios de primavera.
- Rendimiento: 2,3 ha/h.

Riego

En la fase de producción, la finalidad del riego es complementar la lluvia para mantener la producción de trufas, sin riegos excesivos. Se aportarán entre 30 y 60 l/m² mensuales entre precipitaciones y riego desde mayo-junio hasta agosto-septiembre.

Poda

La intensidad de la poda irá dirigida a limitar el crecimiento, con una frecuencia bianual hasta llegar al año 20 de la plantación, a partir del cual puede realizarse cada 4 años.

Datos:

- Época: principios de primavera.
- Rendimiento: 130 plantas/hora.

Recolección de trufas

La época de recolección para la trufa negra de invierno, según la legislación reflejada en el Anejo XVI, se inicia a mediados de noviembre y finaliza a mediados de marzo. Deberá respetarse este período para no recolectar trufas inmaduras, de poca calidad, o podridas.

La recolección se realizará por medio de dos perros adiestrados guiados por dos operarios especialistas en la caza de trufas.

Las directrices del proceso de adiestramiento del perro y de recogida de la trufa se hallan expuestas de forma detallada en el Anejo XII.

La producción experimenta muchas variaciones a lo largo del año y de la vida de la plantación, localizándose el máximo en el mes de enero. En las plantaciones con riego, los rendimientos son de en torno a los 10-50 kg/ha anuales. El límite de rentabilidad para este tipo de explotaciones se encuentra en los 15 kg/ha anuales. El aprovechamiento se suele realizar cada 7-10 días.

Las ventas se realizan en los mercados locales que existen en la geografía española. La información sobre estos y el proceso de comercialización se encuentra descrito en el Anejo XIV.

9.3. Plan de mantenimiento del cultivo intercalar

Labores culturales

Para el cultivo del espliego se realizarán dos labores superficiales para eliminar las malas hierbas: una en otoño y otra a principios de primavera. Se corresponden por tanto con las labores realizadas para el cultivo principal.

Fertilización

El espliego no es una planta exigente, demanda 50 unidades fertilizantes por hectárea. En Se aplicará un fertilizante ternario 10:10:10 con abundancia de los tres elementos similar, aplicado en dosis de 500 kg/ha.

La aplicación se realizará de forma localizada, para no interferir en ningún momento con el cultivo de la trufa. Se utilizará una abonadora pendular ajustada a 1,5 m de anchura, suspendida portada por un tractor de 100 CV. El tractor circulará sobre la línea de plantación del espliego puesto que no tendrá una altura considerable en este momento.

Datos:

- Época: después del laboreo de otoño (incorporación del abono al suelo con lluvia).
- Rendimiento:

Riego

Como demuestra el estudio climático recogido en el Anejo I, en la parcela existe una media de 520 mm anuales de precipitación, por lo que el espliego podrá desarrollarse correctamente y dotar al propietario de los rendimientos esperados (Luna, 1980). En el caso de un verano con una sequía extrema, si podría realizarse un riego de apoyo.

Cabe destacar que los microaspersores instalados en la parcela poseen un radio de alcance de 4,75 m, por lo que la lluvia exterior emitida por estos les alcanzará.

Tratamientos fitosanitarios

Los tratamientos fitosanitarios, al igual que con el cultivo de la trufa, se deberán evitar a no ser que sean estrictamente necesarios. Se optará por tanto por una buena lucha preventiva y la lucha química solo se realizará en caso de diagnóstico severo de la plaga. Las plagas del espliego se hallan reflejadas en el Anejos XVIII.

Recolección

La floración del espliego se produce entre el final del mes de julio y el principio del mes de agosto, por lo que la recolección se realiza a mediados del último mes, de forma manual. Para ello se contará con 8 operarios provistos de una hoz con la cual segarán los escapos florales.

Datos:

- Rendimiento: 0,125 ha/h.

Los haces, con un peso de 2 kg, quedan atados al suelo a intervalos regulares para su posterior recogida. Ésta se realizará mediante un carro de 2 m³ arrastrado por un tractor de 60 CV que circulará por el espacio de tránsito de 1,5 metros de anchura existente entre las filas de encina y las de espliego.

Datos:

- Rendimiento: 0,2 ha/h.

El rendimiento del espliego es variable según el clima y la edad de la planta, aunque se puede realizar una estimación, que se refleja en la Tabla 5.

Tabla 5. Rendimientos medios de una plantación de espliego. Fuente: (Luna, 1980).

Años	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º
Litros de esencia por hectárea	—	16	30	45	45	45	40	30	30	—

Destilación

La destilación del espliego se realizará en la propia parcela, con un remolque destilador de 13 m³ (13.000 l) que actúa por el método de arrastre de vapor de agua (Figura 11).



Figura 11. Remolque destilador. Fuente: <http://www.remolqueshnosgarcia.com/>

La producción por hectárea del espliego es variable en función del año de la plantación, pero en los mejores años será de 5000 kg de escapos florales. Esto supone un volumen de tratamiento de 33.000 litros (considerando que 150 kg ocupan 1.000 litros), por lo que se realizarán tres labores de destilado.

El tiempo de destilado estimado es de 2 horas y media por proceso, por tanto, se deberá alquilar durante dos jornadas el remolque para poder hacer los tres ciclos completos y sus correspondientes cargas y descargas.

Los restos vegetales obtenidos del destilado serán destinados a la alimentación animal.

El aceite destilado se venderá directamente a las empresas mayoristas de aceite esencial de la comunidad autónoma.

Levantamiento de la plantación

En el año 10, se levantará la plantación utilizando una desbrozadora para arbustos y se les propiciará un corte en la zona cercana a su base. El rendimiento de esta tarea se estima en 0,25 ha/h.

Las plantas, que estarán en un estado avanzado de lignificación, se dejarán sobre el terreno con el fin de que se descompongan, y esa materia lignificada constituya un acolchado natural que disminuya la presencia de malas hierbas.

9.4. Maquinaria y mano de obra

A continuación, se detalla en las Tablas 6 y 7 el conjunto de maquinaria y mano de obra utilizada para llevar a cabo el establecimiento y el plan de mantenimiento y seguimiento de la plantación.

Tabla 6. Maquinaria y mano de obra necesaria para el establecimiento de la plantación.

Trabajo	Maquinaria/herramienta	Alquiler	Mano de obra	Rdto Real
Desfonde	Tractor 140 CV y vertedera tetrasurco	Sí	Tractorista	0,73 ha/h
Subsolado	Tractor 140 CV y subsolador de tres brazos	Sí	Tractorista	0,62 ha/h
Laboreo secundario	Tractor 120 CV y vibrocultivador de 4 metros	Sí	Tractorista	3 ha/h
Replanteo	Tractor 100 CV y rejón de marcado	Sí	Tractorista, capataz y 4 peones	0,4 ha/h
Plantación encinas	Azada	-	Capataz y 4 peones	100 ud/h
Plantación espliego	Tractor 140 CV y plantadora	Sí	Tractorista y 2 peones	1000 ud/h
Riego de apoyo	Tractor 140 CV y cuba de 4.000 litros	Sí	Tractorista, capataz y 2 peones	140 ud/h
Instalación sistema riego	Retroexcavadora 90 CV	Sí	Especialista en riego, capataz, oficial construcción, maquinista y 7 peones	11 días por instalación
Instalación cabezal y caseta riego	Retroexcavadora 90 CV y bandeja vibrante	Sí	Especialista en riego, capataz, oficial construcción, maquinista y 7 peones	4 días/ud

Tabla 7. Maquinaria y mano de obra necesaria para el mantenimiento y el seguimiento de la plantación.

Trabajo	Maquinaria/herram	Alquiler	Mano de obra	Rdto Real
Reposición de marras	-	-	Capataz y 1 peón	100 ud/h
Escarda manual	Azada	-	Capataz y 4 peones	130 plantas/h
Laboreo entre líneas	Tractor 60 CV y cultivador de 1,5 metros.	Sí	Tractorista	1,3 ha/h
Poda	Tijeras de poda	-	Capataz y 4 peones	130 plantas/h
Labores de riego	Sistema de riego	-	Capataz	Según necesidad
Recolección trufa	Perros adiestrado	-	1 peón	Muy variable
Fertilización	Tractor de 100 CV y abonadora de péndulo a 1,5 m	Sí	Tractorista	1 ha/h
Siega espliego	Hoz	No	8 peones	0,125 ha/h
Transporte espliego	Tractor de 60 CV y carro de 2 m ³	Sí	Tractorista y 2 peones	0,2 ha/h.
Destilado	Remolque destilador	Sí	Capataz y 2 peones	2 h/proceso.
Levantamiento espliego	Desbrozadora	Sí	1 peón	0,25 ha/h

9.5. Calendario de actuaciones

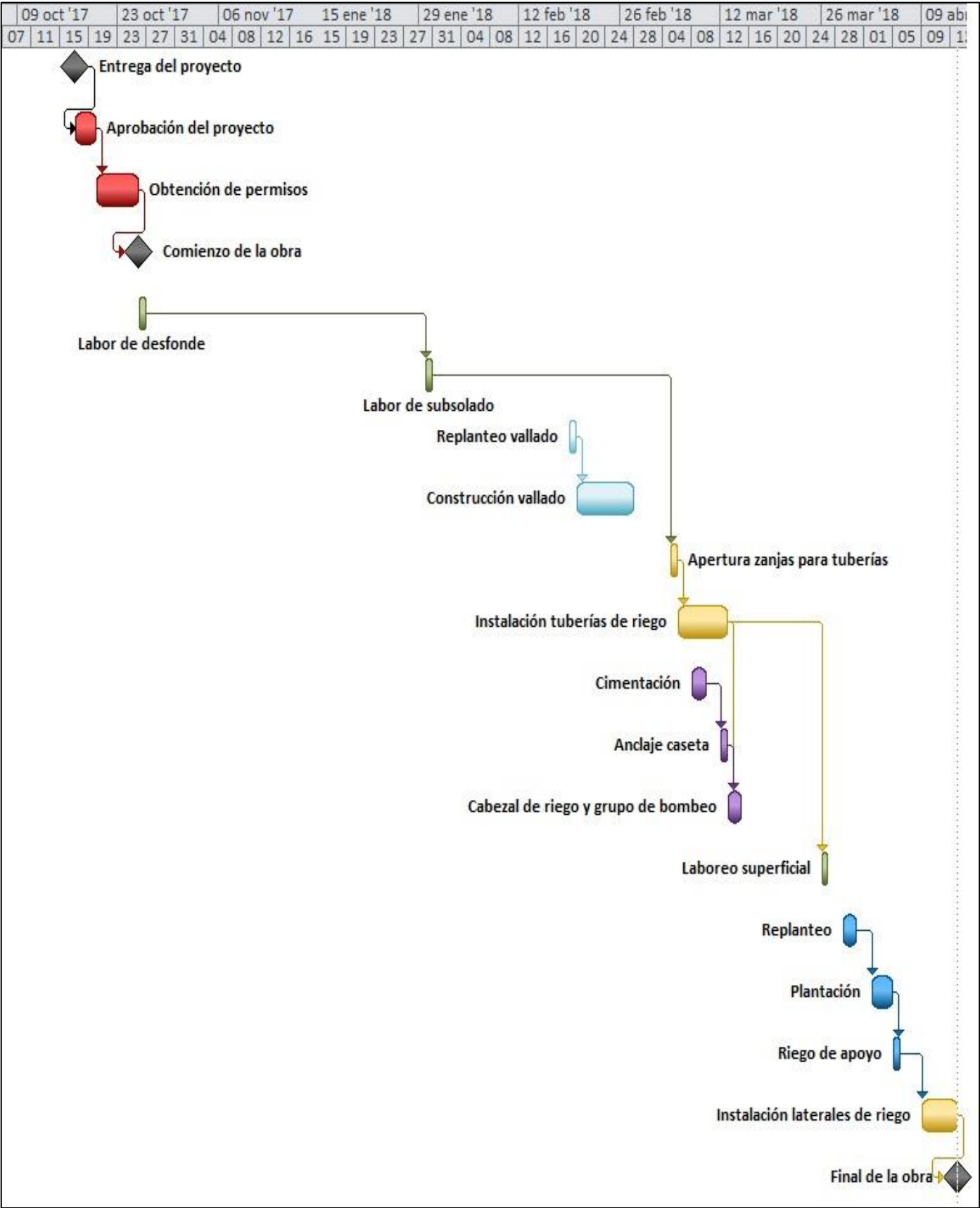


Figura 12. Calendario de actuaciones del proyecto.

10. Estudio económico

A continuación, se detallan los aspectos clave del análisis económico tales como la vida útil de la explotación, los ingresos por la venta de los productos, el flujo de caja o los indicadores de rentabilidad.

En el Anejo XV se encuentra detallado el conjunto de costes e ingresos de la explotación a lo largo de la vida útil, así como la metodología seguida para constatar la viabilidad de la explotación.

10.1. Vida útil

El periodo de vida útil del proyecto se estima en 50 años, a partir del cual el decaimiento de la producción es muy notable

10.2. Venta de los productos de la explotación

La venta de la trufa comenzará en el año 10, momento en el cual la explotación entra en producción.

El rendimiento es muy variable, pero con la instalación del sistema de riego se asegura una cierta regularidad, con producciones que van en aumento hasta el año 35, a partir del cual comienza a decaer paulatinamente.

Según el análisis del mercado, el precio medio de la trufa se sitúa en 324 €. Para el análisis de viabilidad se tomará el valor de 300 €, con el fin de que se realice con restricciones, para asegurar una rentabilidad incluso en los años de variación de precios. (Tabla 8).

Tabla 8. Ingresos por la venta de trufa.

Año	Rdto (kg/ha)	Rdto explotación (kg)	Precio (€/kg)	Total ingreso (€)
0-9	0	0	300	0,00
10	8	34,56	300	10.368,00
11	10	43,2	300	12.960,00
12	12	51,84	300	15.552,00
13	15	64,8	300	19.440,00
14	20	86,4	300	25.920,00
15	25	108	300	32.400,00
16-35	30	129,6	300	38.880,00
36-39	25	108	300	32.400,00
40-43	20	86,4	300	25.920,00
44-47	15	64,8	300	19.440,00
48-49	12	51,84	300	15.552,00
50	10	43,2	300	12.960,00

La venta del aceite esencial de espliego se producirá entre los años 1 y 9, periodo durante el cual el espliego se encuentra en producción.

El aceite destilado se venderá directamente a las empresas mayoristas de aceite esencial de la comunidad autónoma, y el precio será convenido entre ambos, pero se hallará en torno a los 15 €/100 ml. El valor de mercado que estipulan los mayoristas posteriormente, bajo su marca, es de 35-40 €.

Los ingresos por la venta del aceite esencial de espliego a lo largo de la vida útil de la plantación de espliego se hallan reflejados en la Tabla 9.

Tabla 9. Ingresos por la venta del aceite esencial de espliego.

Año	Rdto (l/ha)	Rdto parcela (kg)	Precio (€/100ml)	Total ingreso (€)
1	0	0	15	0,00
2	16	16	15	2.400,00
3	30	30	15	4.500,00
4	45	45	15	6.750,00
5	45	45	15	6.750,00
6	45	45	15	6.750,00
7	40	40	15	6.000,00
8	30	30	15	4.500,00
9	30	30	15	4.500,00

10.3. Estructura de los flujos de caja e indicadores de rentabilidad

Tabla 10. Flujos de caja totales.

Año	Ingresos (€)		Costes (€)		Flujo de Caja (€)	
	Ordin.	Extraord.	Ordin.	Extraord.	Anual	Acumulado
0	0,00			80.333,03	-80.333,03	-80.333,03
1	0,00		1.480,63		-1.480,63	-81.813,66
2	2.400,00		1.976,85		423,15	-81.390,51
3	4.500,00		2.374,52		2.125,48	-79.265,03
4	6.750,00		2.374,52		4.375,48	-74.889,55
5	6.750,00		2.374,52		4.375,48	-70.514,07
6	6.750,00		2.374,52		4.375,48	-66.138,59
7	6.000,00		2.374,52		3.625,48	-62.513,11
8	4.500,00		2.504,34		1.995,66	-60.517,45
9	4.500,00		3.004,34		1.495,66	-59.021,79
10	10.368,00		2.401,59		7.966,41	-51.055,38

11	12.960,00		2.419,93		10.540,07	-40.515,31
12	15.552,00		2.581,93		12.970,07	-27.545,24
13	19.440,00		2.743,93		16.696,07	-10.849,17
14	25.920,00		3.133,87		22.786,13	11.936,96
15	32.400,00		3.295,87		29.104,13	41.041,09
16	38.880,00		3.656,28		35.223,72	76.264,81
17	38.880,00		4.156,28		34.723,72	110.988,53
18	38.880,00		3.656,28		35.223,72	146.212,25
19	38.880,00		3.656,28		35.223,72	181.435,97
20	38.880,00		3.656,28		35.223,72	216.659,69
21	38.880,00		3.656,28		35.223,72	251.883,41
22	38.880,00		3.656,28		35.223,72	287.107,13
23	38.880,00		3.656,28		35.223,72	322.330,85
24	38.880,00		3.656,28		35.223,72	357.554,57
25	38.880,00	3.234,70	4.156,28	32.346,95	5.611,47	363.166,04
26	38.880,00		3.656,28		35.223,72	398.389,76
27	38.880,00		3.656,28		35.223,72	433.613,48
28	38.880,00		3.656,28		35.223,72	468.837,20
29	38.880,00		3.656,28		35.223,72	504.060,92
30	38.880,00		3.656,28		35.223,72	539.284,64
31	38.880,00		3.656,28		35.223,72	574.508,36
32	38.880,00		3.656,28		35.223,72	609.732,08
33	38.880,00		4.156,28		34.723,72	644.455,80
34	38.880,00		3.656,28		35.223,72	679.679,52
35	38.880,00		3.656,28		35.223,72	714.903,24
36	32.400,00		3.494,28		28.905,72	743.808,96
37	32.400,00		3.494,28		28.905,72	772.714,68
38	32.400,00		3.494,28		28.905,72	801.620,40
39	32.400,00		3.494,28		28.905,72	830.526,12
40	25.920,00		3.332,28		22.587,72	853.113,84
41	25.920,00		3.332,28		22.587,72	875.701,56
42	25.920,00		3.832,28		22.087,72	897.789,28
43	25.920,00		3.332,28		22.587,72	920.377,00
44	19.440,00		3.170,28		16.269,72	936.646,72
45	19.440,00		3.170,28		16.269,72	952.916,44
46	19.440,00		3.170,28		16.269,72	969.186,16
47	19.440,00		3.170,28		16.269,72	985.455,88
48	15.552,00		2.978,75		12.573,25	998.029,13
49	15.552,00		2.978,75		12.573,25	1.010.602,38
50	12.960,00	3.542,80	699,30		15.803,50	1.026.405,88

Según el flujo de caja, se constata que la inversión será recuperada en el año 14 (PAYBACK).

Tabla 11. Resultados VAN y TIR.

	2%	5%	10%	15%
VAN	561.428,72	231.667,02	35.735,52	-27.527,44
TIR	12,20%			

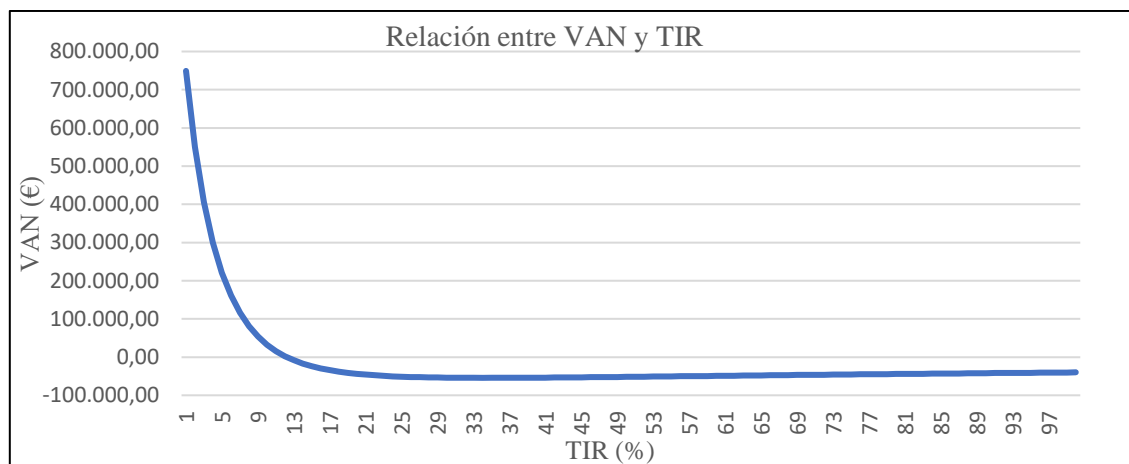


Figura 13. Gráfica relación entre VAN y TIR.

Según los resultados obtenidos, el proyecto es viable para la tasa de actualización del 4,52 % fijada por el Tesoro Público para este caso. Se cumple que $TIR > r$. Entre los valores de tasa de rendimiento de 0 % y 12,20 % el proyecto es considerado viable.

Por tanto, el proyecto podrá ser realizado, alcanzando la recuperación de la inversión en el año 14.

A partir del año de recuperación de la inversión comenzarán los beneficios para el propietario, extendiéndose hasta el año 50.

11. Evaluación de impacto ambiental

Todos los proyectos que se identifiquen con alguno de los supuestos recogidos en los Anexos de la **Ley 21/2013** deben realizar de manera obligatoria una Evaluación de Impacto Ambiental para valorar el grado de compromiso del proyecto con el medio ambiente.

El presente proyecto no se encuadraría en ninguno de los supuestos expuestos en dicha ley, al tratarse de una repoblación forestal con una extensión inferior a 50 hectáreas. Sin embargo, ya que se pretende realizar la plantación con un alto grado de integración en el medio y con un buen equilibrio en el ecosistema, se cree pertinente la realización del estudio de impacto ambiental con el fin de evaluar si ese alto grado de integración en el ambiente se cumple.

Todo el proceso seguido para la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental de encuentra expuesto de manera detallada en el Anejo XVIII.

El programa de vigilancia ambiental que se ha designado irá encaminado al control de la correcta ejecución de las medidas planteadas, así como de la comprobación de su eficacia, analizando las causas en caso de ineficacia y planteando los remedios adecuados.

12. Estudio básico de Seguridad y Salud

Dadas las características del presente proyecto y según el **Real Decreto 1627/1997** de 24 de octubre, se debe realizar un estudio básico de Seguridad y Salud.

El estudio se desarrolla de forma detallada en el Anejo XVII, analizando todos los aspectos de la fase de ejecución del proyecto que entrañan algún riesgo para el personal de trabajo.

13. Resumen del presupuesto

Capítulo	Resumen	Euros	%
I	Preparación del terreno	725,80	1,25
II	Plantación	11.477,36	19,72
III	Vallado	9.247,50	15,89
IV	Instalación del sistema de riego	32.346,95	55,58
V	Instalación de la caseta de riego	3.081,30	5,29
VI	Seguridad y Salud	1.316,56	2,26
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		58.195,47	
	13,00 % Gastos generales	7.565,41	
	6,00 % Beneficio industrial	3.491,73	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		69.252,61	
	16,00 % I.V.A.	11.080,42	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL POR CONTRATA		80.333,03	

Asciende el presupuesto general a la cantidad de **OCHENTA MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con TRES CÉNTIMOS**

14.Orden de prioridad entre los documentos

En caso de discrepancia entre alguna de las partes redactoras del proyecto, se deberá seguir el orden de prioridad citado a continuación:

1. Planos
2. Pliego de Condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria
5. Estado de mediciones

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**

.....

DOCUMENTO N°3: ANEJOS

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice de contenidos del Documento Anejos

- Anejo I: Estudio climático.
- Anejo II: Estudio edafológico.
- Anejo III: Valoración de la potencialidad trufera.
- Anejo IV: Estudio de alternativas.
- Anejo V: Características biológicas del organismo hospedador.
- Anejo VI: Características biológicas del hongo.
- Anejo VII: Plagas y enfermedades del cultivo principal.
- Anejo VIII: Características biológicas del cultivo intercalar.
- Anejo IX: Situación actual.
- Anejo X: Vallado de la plantación.
- Anejo XI: Establecimiento de la plantación.
- Anejo XII: Plan de mantenimiento y seguimiento de la plantación.
- Anejo XIII: Sistema de riego.
- Anejo XIV: Análisis del mercado de la trufa.
- Anejo XV: Estudio económico.
- Anejo XVI: Marco legislativo de la truficultura.
- Anejo XVII: Estudio básico de Seguridad y Salud.
- Anejo XVIII: Estudio de Impacto Ambiental.

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo I: Estudio climático

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Temperaturas	2
3.	Regímenes hídricos	4
3.1.	Precipitación y humedad	4
3.2.	Otros elementos	7
4.	Insolación	7
5.	Viento	8
6.	Índices climáticos	10
6.1.	Índice de Lang	10
6.2.	Índice de Martonne	10
6.3.	Índice de Dantín-Cereceda y Revenga	11
7.	Clasificación climática	11
7.1.	Clasificación climática de Thornthwaite	12
7.2.	Clasificación climática de Papadakis	12
7.2.1.	Tipo de invierno	13
7.2.2.	Tipo de verano	14
7.2.3.	Clases térmicas	15
7.2.4.	Régimen hídrico	16

1. Introducción

Este estudio climático tiene como objetivo la aportación de datos concretos sobre climatología de la región donde se va a llevar a cabo el proyecto, un aspecto fundamental para determinar si se puede realizar la plantación al ser un clima un factor determinante para la misma.

El clima ideal para la práctica de la truficultura posee una estacionalidad marcada con veranos cálidos e inviernos fríos, y con temperaturas medias entre 2°C (mes más frío) y 20°C (mes más cálido). En cuanto al régimen de precipitaciones, sería ideal una pluviometría anual de entre 500 y 900 mm, con una buena cantidad de lluvias en los meses primaverales que ayuden afrontar los periodos de sequía estivales (Guerrero et al, 1972)

El observatorio escogido para obtener los datos climáticos necesarios pertenece a la localidad de Soria (Figura 1). Se ha realizado esta elección puesto que es el más cercano (35 km) a la parcela que posee registros durante un periodo amplio de tiempo (30 años). Además, la altitud a la que se ubica el observatorio es semejante a la altitud de la parcela de estudio.

PROVINCIA	SORIA	LATITUD:	414630N
INDICATIVO	2030	LONGITUD:	022859W
ALTITUD	1082		

Figura 1. Datos de la estación meteorológica.

Los datos climáticos que se van a tomar de la estación son los correspondientes a: temperatura, precipitación, régimen de humedad, velocidad y dirección del viento e insolación. Otros datos como el régimen de heladas o los daños por nieve son menos relevantes que en otros cultivos al encontrarnos ante un caso de desarrollo hipogeo del producto.

2. Temperaturas

Se han analizado las siguientes variables para el periodo comprendido entre 1981 y 2015:

- Temperatura media (T)
- Temperatura media de mínimas (Tm)
- Temperatura media de máximas (TM)

Tabla 1. Temperaturas medias para el periodo entre 1991 y 2015.

	T (°C)	Tm (°C)	TM (°C)
Enero	3,2	-1,3	7,7
Febrero	4,3	-1,0	9,6
Marzo	7,1	1,0	13,2
Abril	8,7	2,8	14,6
Mayo	12,5	6,2	18,7
Junio	17,2	9,9	24,6
Julio	20,5	12,4	28,7
Agosto	20,3	12,2	28,3
Septiembre	16,4	9,3	23,6
Octubre	11,6	5,8	17,4
Noviembre	6,7	1,9	11,5
Diciembre	4,0	-0,4	8,4
AÑO	11,0	4,9	17,2

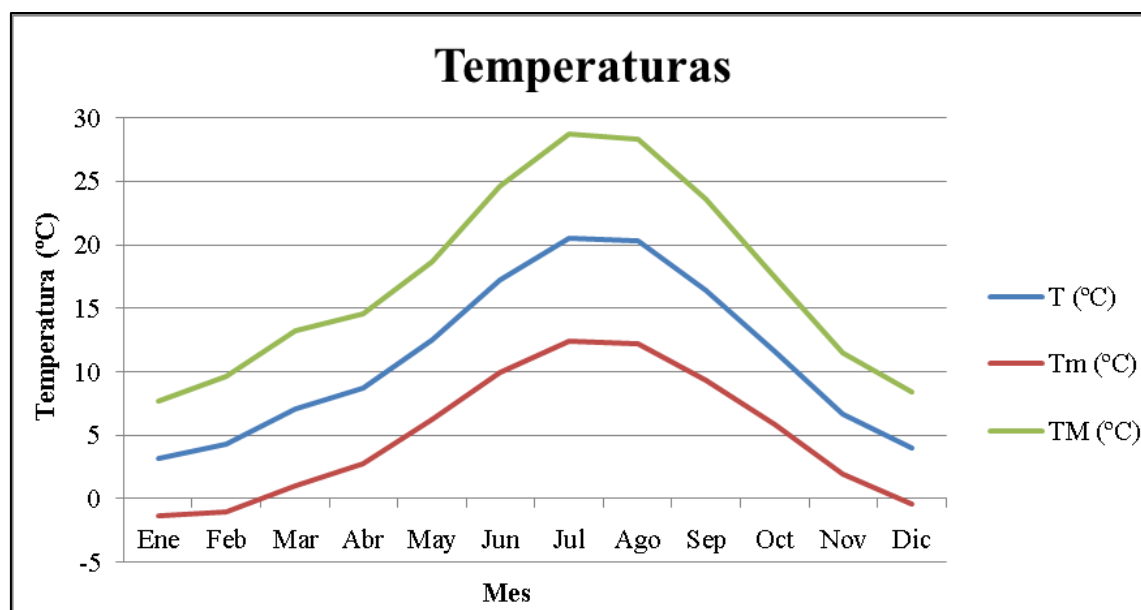


Figura 2. Representación gráfica de las temperaturas medias analizadas.

Analizando los datos proporcionados por el observatorio se puede constatar que la zona de estudio posee un clima, en cuanto a temperaturas se refiere, propicio para la truficultura al existir una estacionalidad marcada con un invierno frío y un verano cálido.

Las temperaturas invernales no serán un factor limitante para el desarrollo de la plantación ya que la especie leñosa es capaz de resistir temperaturas muy bajas durante su estado de reposo.

Las altas temperaturas estivales si tendrán un papel más importante en lo que a daños se refiere, principalmente sobre el área del quemado, al poderse dar temperaturas máximas absolutas de 35-36°C. Para evitar estos daños se realizará una poda adecuada de las especies leñosas con el fin de evitar una irradiación muy agresiva sobre los quemados en las horas más críticas del día.

3. Regímenes hídricos

3.1. Precipitación y humedad

Se han analizado las siguientes variables para el periodo comprendido entre 1981 y 2015:

- Número medio de días de precipitación superior o igual a 1 mm (DP)
- Precipitación media (P)
- Humedad relativa (Hr)

Tabla 2. Precipitación media y humedad relativa para el periodo entre 1991 y 2015.

	DP	P (mm)	Hr (%)
Enero	7,1	37	7,7
Febrero	6,4	36	9,6
Marzo	5,8	32	13,2
Abril	8,6	60	14,6
Mayo	9,6	67	18,7
Junio	5,6	40	24,6
Julio	3,7	30	28,7
Agosto	3,8	30	28,3
Septiembre	5,2	33	23,6
Octubre	7,7	55	17,4
Noviembre	7,6	50	11,5
Diciembre	7,7	50	8,4
AÑO	78,8	520	17,2

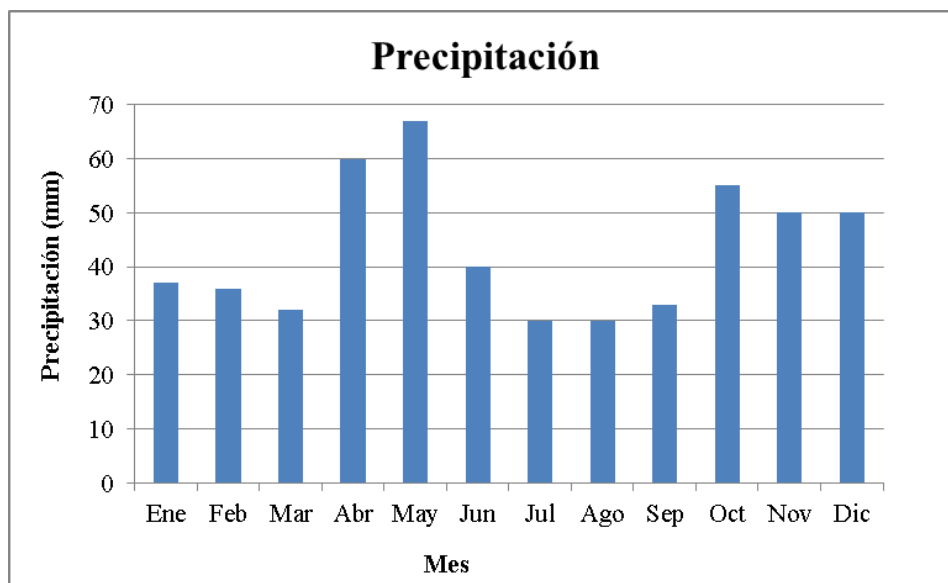


Figura 3. Representación gráfica de la precipitación media analizada.

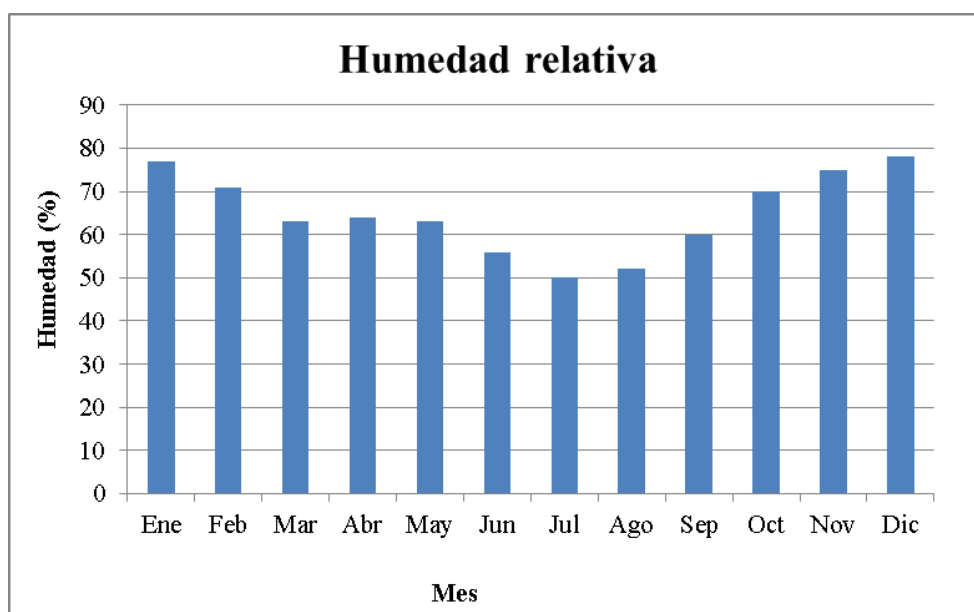


Figura 4. Representación gráfica de la humedad relativa analizada.

Analizando las dos gráficas se observa que el periodo crítico para la plantación trufera se correspondería fundamentalmente a los meses de verano. Este periodo crítico de sequía debe de definirse mediante el diagrama ombrotérmico. Este se define analizando la precipitación mensual y el doble de la temperatura media mensual ($T*2$): cuando el segundo factor sea mayor que el primero, se considerará como periodo de sequía.

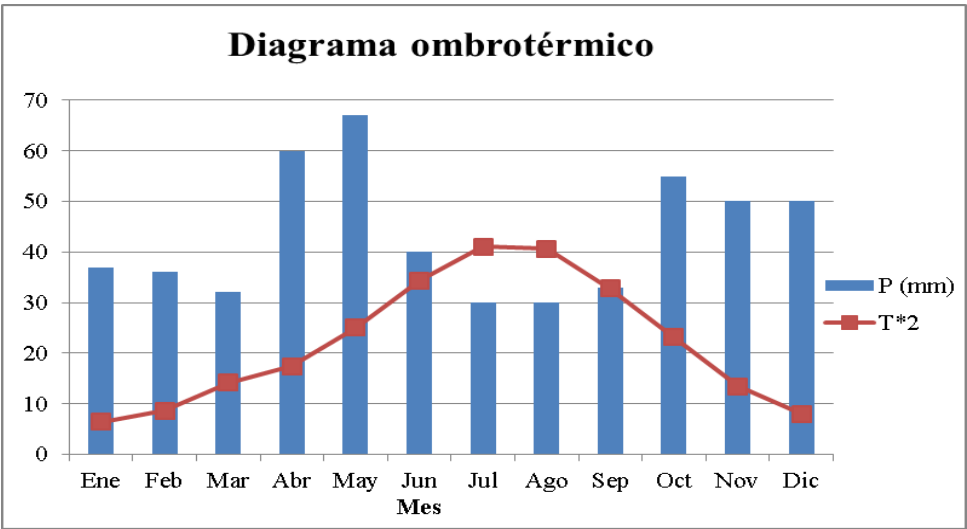


Figura 5. Diagrama ombrotérmico para la zona de estudio.

A partir del diagrama ombrotérmico se constata que el periodo de sequía está comprendido entre el mes de junio y la mitad del mes de septiembre.

Es necesario calcular el déficit existente en esta época de sequía, a partir de las necesidades mensuales medias de una plantación trufera para tener una referencia a la hora de calcular las dosis de riego.

Tabla 3. Necesidades de la plantación y déficit hídrico.

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
P (mm)	40	30	30	33
Necesidades (mm)	80	50	80	70
Déficit (mm)	-40,0	-20,0	-50,0	-37,0

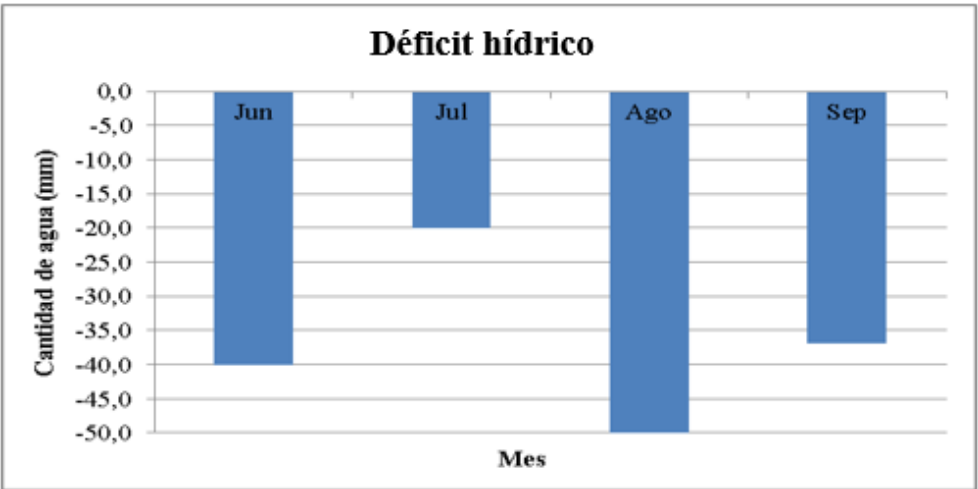


Figura 6. Representación gráfica del déficit hídrico.

3.2. Otros elementos

Otras variables secundarias que pueden influir en caso de que se produzcan en magnitudes mayores que las comunes, pero a niveles esperables no causan daños apreciables:

- Número de días de nieve (DN)
- Número de días de tormenta, con posibilidad de granizo (DT)

Tabla 4. Número de días de nieve y de granizo.

	DN	DT
Enero	5	0
Febrero	5,1	0,1
Marzo	3	0,3
Abril	2,5	1,3
Mayo	0,4	4,4
Junio	0,1	4,4
Julio	0	4,1
Agosto	0	4,4
Septiembre	0	2,9
Octubre	0,1	0,7
Noviembre	2,1	0,1
Diciembre	3,9	0,1
AÑO	21,4	23,2

4. Insolación

Se ha analizado la siguiente variable para el periodo comprendido entre 1981 y 2015:

- Número medio de horas de sol (NI)

Tabla 5. Número medio de horas de sol.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
NI	138	158	202	208	244	293	
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
NI	339	313	233	180	143	126	2571

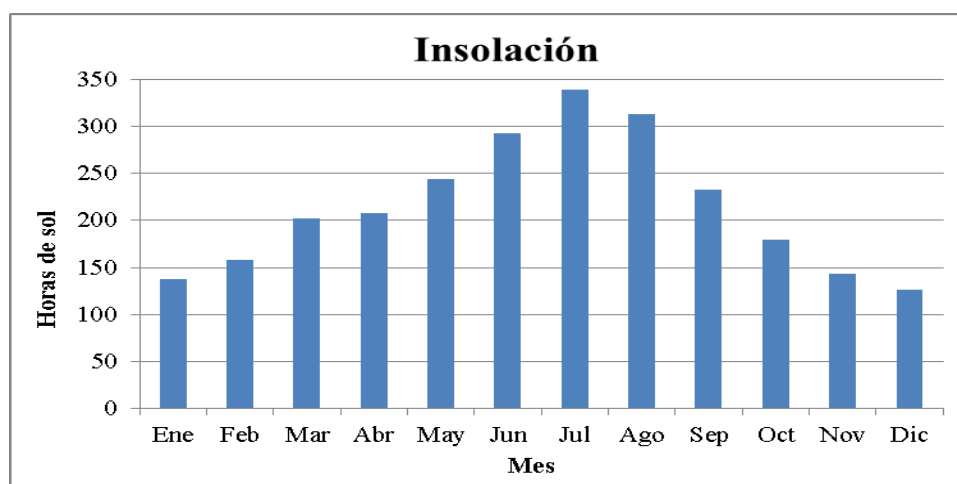


Figura 7. Representación gráfica de las horas de sol existentes.

La insolación puede causar efectos negativos en la plantación tanto si excede como si no alcanza el umbral deseable. En este caso se obtienen unos valores de insolación buenos para asegurar el correcto desarrollo de la plantación. En la época estival se obtienen valores elevados, por lo que será necesario tomar medidas (riego, poda de aireación...) en el caso de que se observen problemas o se sobrepasen estos valores esperados.

5. Viento

Se ha analizado la siguiente variable para el periodo comprendido entre 1981 y 2015 (Windfinder, 2017):

- Velocidad media del viento (V_m)

Tabla 6. Velocidad media del viento.

	V_m (km/h)	V_m (m/s)
Enero	11	3,06
Febrero	15	4,17
Marzo	13	3,61
Abril	13	3,61
Mayo	13	3,61
Junio	11	3,06
Julio	11	3,06
Agosto	11	3,06
Septiembre	11	3,06
Octubre	9	2,50
Noviembre	11	3,06
Diciembre	7	1,94
AÑO	11	3,06

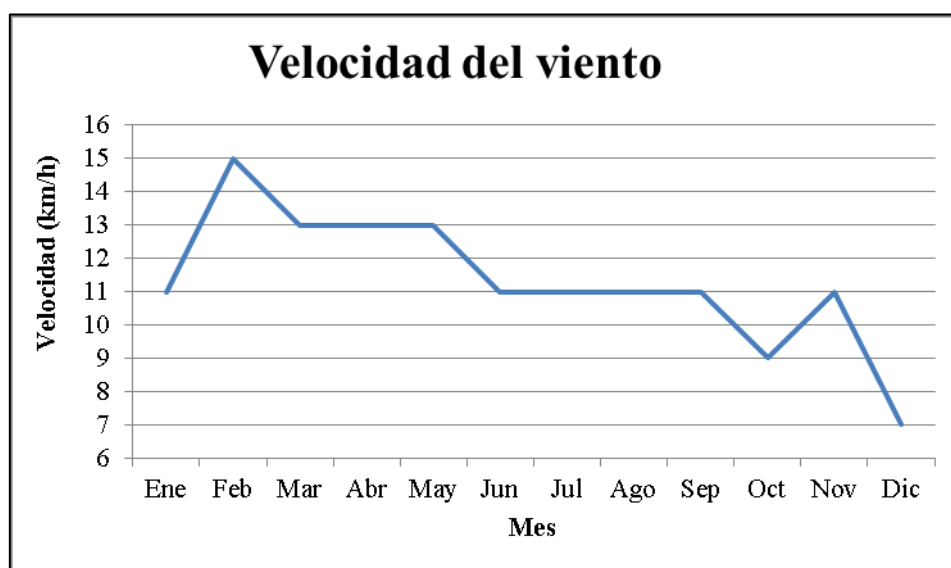


Figura 8. Representación gráfica de la velocidad media del viento.

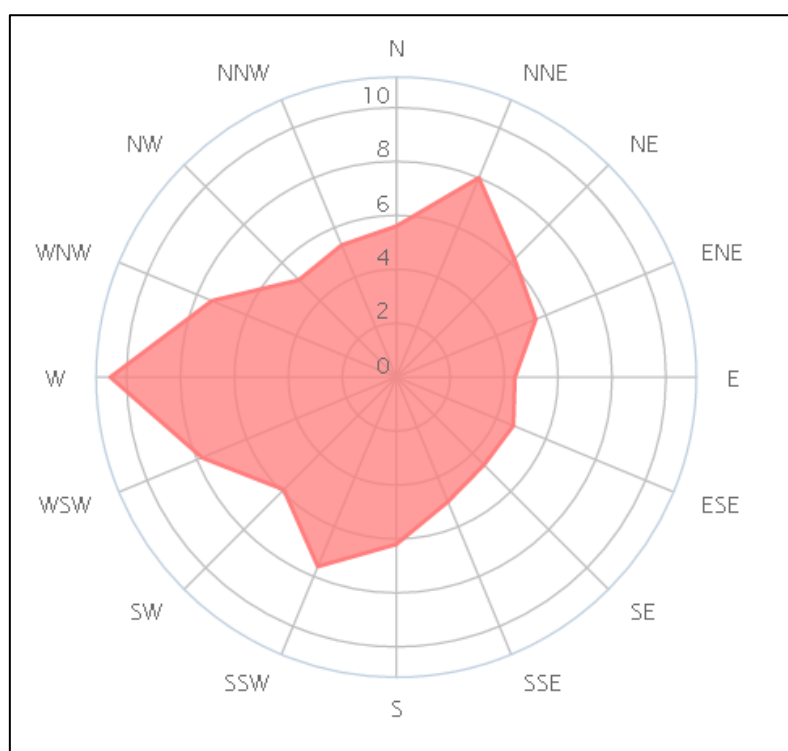


Figura 9. Rosa de los vientos de la zona de estudio. Fuente: <https://es.windfinder.com/>

El viento no se trata de un factor determinante para el cultivo de la trufa, ya que, al poseer un desarrollo hipogeo, el hongo no se ve expuesto directamente a él, aunque la especie leñosa sí puede sufrir sus consecuencias: rotura de ramas, deformaciones, impedimento de vuelo de insectos, etc.

En cambio, si es necesario conocer la velocidad y la dirección del viento para incluirlo como una variable a la hora del diseño del sistema de riego.

La velocidad del viento en este caso no supera el valor máximo admisible (20 km/h) por lo que puede considerarse que no tiene una influencia destacable en la plantación.

6. Índices climáticos

Los índices climáticos relacionan distintas variables para poder realizar una clasificación climática de una zona de estudio. En este caso se utilizan los siguientes índices termopluviométricos (Millarium, 2004), que relacionan directamente la temperatura con las precipitaciones:

- Índice de Lang.
- Índice de Martonne.
- Índice de Dantín Cereceda y Revenga

6.1. Índice de Lang

Para calcular este índice se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = \frac{P}{tm} = \frac{520}{11} = 47$$

Datos:

- P = Precipitación media anual en mm
- tm = Temperatura media anual en °C

Tabla 7. Valores atribuibles del índice de Lang.

Valor de Pr	Zona
0 - 20	Desiertos
20 - 40	Árida
40 - 60	Húmedas de estepa y sabana
60 - 100	Húmedas de bosques claros
100 - 160	Húmedas de grandes bosques
> 160	Perhúmedas con prados y tundras

La región de estudio se corresponde con una zona **húmeda de estepa y sabana**.

6.2. Índice de Martonne

Para calcular este índice se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_a = \frac{P}{[tm+10]} = \frac{520}{[11+10]} = 24$$

Datos:

- P = Precipitación media anual en mm
- tm = Temperatura media anual en °C

Tabla 8. Valores atribuibles del índice de Martonne.

Valor de la	Zona
0 - 5	Desiertos (Hiperárido)
5 - 10	Semidesierto (Árido)
10 - 20	Semiárido de tipo mediterráneo
20 - 30	Subhúmeda
30 - 60	Húmeda
> 60	Perhúmeda

La región de estudio se corresponde con una **zona subhúmeda o una región de olivo y cereales**.

6.3. Índice de Dantín-Cereceda y Revenga

Para calcular este índice se utiliza la siguiente fórmula:

$$D_R = 100 * \frac{tm}{P} = 100 * \frac{11}{520} = 2,12$$

Datos:

- P = Precipitación media anual en mm
- tm = Temperatura media anual en °C

Tabla 9. Valores atribuibles del índice de DC y Revenga.

Valor de D _R	Zona
0 - 2	Húmedo
2 - 3	Semiárido
3 - 6	Árido
>6	Subdesértico

La región de estudio se corresponde con una **zona semiárida**.

7. Clasificación climática

Existen diferentes modelos y métodos de clasificación climática, de los cuales se van a utilizar los siguientes:

- Clasificación climática de Thornthwaite
- Clasificación climática de Papadakis

7.1. Clasificación climática de Thornthwaite

Este sistema de clasificación se basa en el concepto de evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua (Urbano, 2010). Se basa en cuatro criterios básicos:

- Índice global de humedad.
- Variación estacional de la humedad efectiva.
- Índice de eficiencia térmica.
- Concentración estival de la eficacia térmica.

Mediante el siguiente mapa se puede realizar una estimación del clima que correspondería a la región de interés.

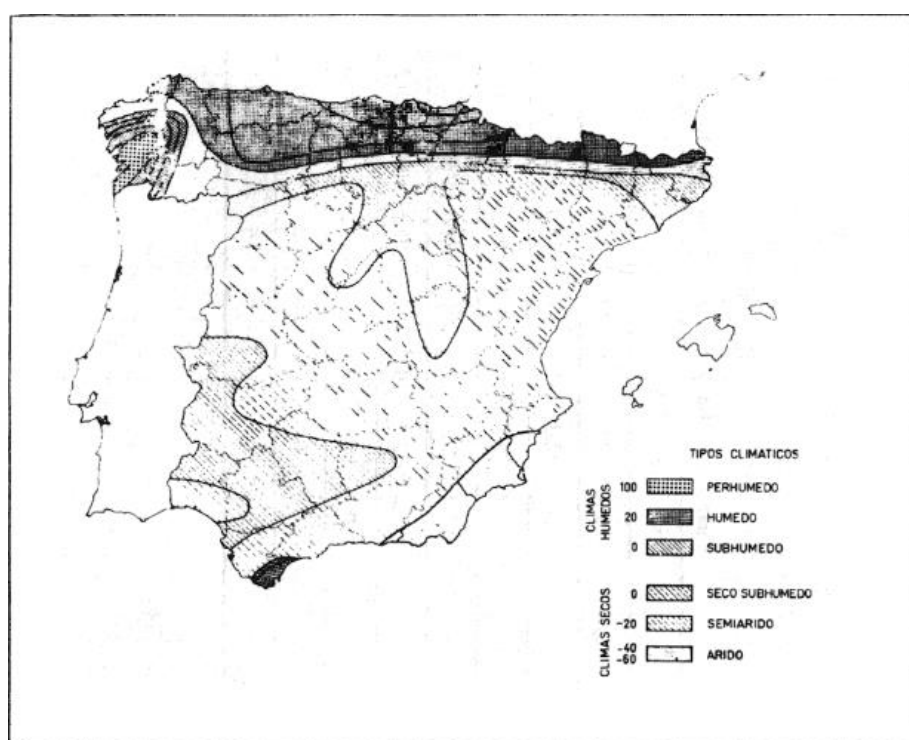


Figura 10. Mapa de clasificación climática de Thornthwaite. Fuente: (Urbano, 2010).

Según la clasificación climática de Thornthwaite la región de estudio posee un **clima seco-subhúmedo** (índice de humedad cercano a 0).

7.2. Clasificación climática de Papadakis

Este sistema de clasificación caracteriza los climas en función de las distintas zonas agrícolas, teniendo en cuenta aspectos como la severidad de los inviernos y la duración y calor de los veranos (MeteoNavarra, 2017).

En este caso también existen mapas para realizar todas las clasificaciones necesarias.

7.2.1. Tipo de invierno

Tabla 10. Tipos de invierno de la clasificación climática de Papadakis. Fuente: (Urbano, 2010).

Pr	De siembra en primavera	Invierno demasiado frío para plantar trigo en otoño: Media de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío inferior a -29°C .
Ti	De trigo de invierno	Invierno suficientemente suave para plantar trigo en otoño, pero demasiado frío para plantar avena en otoño. Media de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío superior a -29°C pero inferior a -10°C .
Av	De avena	Invierno suficientemente suave para plantar avena en otoño, pero demasiado frío para cultivar cítricos. Media de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío superior a -10°C pero inferior a -2.5°C .
Ci	De cítricos	Invierno suficientemente suave para cultivar cítricos, pero el clima no está completamente libre de hielos. Media de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío superior a -2.5°C pero inferior a 7°C .
Tp	Tropical	Clima completamente libre de hielos, con media de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío superior a 7°C pero inferior a 15°C .
Ec	Ecuatorial	Clima con media de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío superior a 15°C .



Figura 11. Mapa de clasificación climática de Papadakis según tipo de invierno. Fuente: (Urbano, 2010).

Según la clasificación climática de Papadakis la región de estudio posee un invierno de tipo **Avena (Avena fresco)**.

7.2.2. Tipo de verano

Tabla 11. Tipos de verano de la clasificación climática de Papadakis. Fuente: (Urbano, 2010).

H	Hielo perpetuo	Promedio de las máximas medias de los 2 meses más cálidos inferior a 6°C.
Tu	Tundra	Promedio de las máximas medias de los 2 meses más cálidos superior a 6°C. Temperatura media del mes más cálido inferior a 10 °C. Nueve meses o más con temperaturas medias inferiores a 0°C.
A	Alpino	Promedio de las máximas medias de los 4 meses más cálidos superior a 10°C. Promedio de las mínimas medias de los dos meses más cálidos inferior a 5°C.
Ta	Taiga-subalpino	El verano todavía no es lo suficientemente cálido para cultivar trigo. Máxima media del mes más cálido superior a 10°C. Promedio de las mínimas medias de los dos meses más cálidos superior a 5°C. Promedio de las máximas medias de los 4 meses más cálidos inferior a 17°C, o media de mínimas absolutas superior a 2°C durante menos de 2.5 meses.
Tr	Trigo	Verano suficientemente cálido para cultivar trigo, pero no para cultivar maíz. Promedio de las máximas medias de los 4 meses más cálidos superior a 17°C. Media de mínimas absolutas superior a 2°C durante más de 2.5 y menos de 4.5 meses.
M	Maíz	Verano suficientemente cálido para cultivar maíz, pero no para cultivar arroz. Promedio de las máximas medias de los 6 meses más cálidos superior a 21°C. Media de mínimas absolutas superior a 2°C durante más de 4.5 meses y superior a 7°C durante menos de 3.5 meses y/o máxima media del mes más cálido inferior a 25°C.
O	Arroz (Oryza)	Verano suficientemente cálido para cultivar arroz, pero no para cultivar algodón. Promedio de las máximas medias de los 6 meses más cálidos superior a 21°C. Media de las mínimas absolutas superior a 7°C durante más de 3.5 meses. Máxima media del mes más cálido superior a 25°C. Promedio de las máximas medias de los 6 meses más cálidos inferior a 25°C y/ o media de las mínimas absolutas superior a 7°C durante menos de 4.5 meses.
G	Algodón (Gossypium)	El verano es lo suficientemente cálido para cultivar algodón. Promedio de las máximas medias de los 6 meses más cálidos superior a 25°C. Media de mínimas absolutas superior a 7°C durante más de 4.5 meses.
C	Cafeto	Clima libre de heladas: Media de mínimas absolutas superior a 7°C durante 12 meses. Promedio de las máximas medias de los 6 meses más cálidos superior a 21°C.

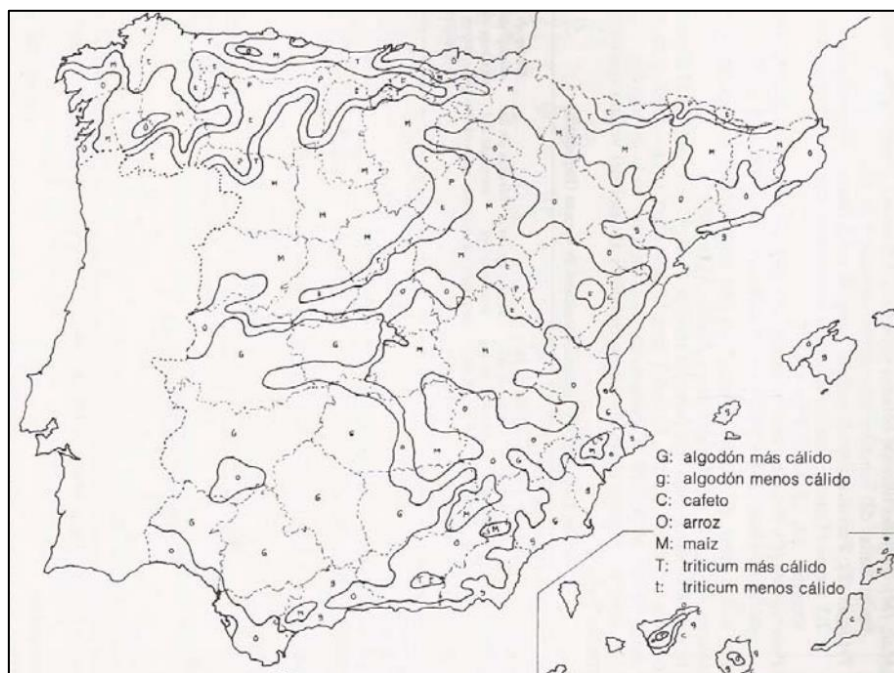


Figura 12. Mapa de clasificación climática de Papadakis según tipo de verano. Fuente: (Urbano, 2010).

Según la clasificación climática de Papadakis la región de estudio posee un verano de tipo **Maíz**.

7.2.3. Clases térmicas

Tabla 12. Clases térmicas de la clasificación climática de Papadakis. Fuente: (Urbano, 2010).

RÉGIMEN TÉRMICO		Nomenclatura	Tipo de invierno	Tipo de verano
Ecuatorial	Ecuatorial	EC	Ec	G
Tropical	Tropical	TP	Tp	G.0
	Tierra templada	TT	Tp	C
Tierra templada (Tierras altas tropicales libres de heladas)	Tierra templada fresca	Tt	Tp	M
Tierra fría (Tierras altas tropicales con heladas)	Bajas	TF	Ci	M
	Altas	Tf	Ci	Tr
	Andino de taiga	An	Av	Ta
Subtropical	Subtropical	STP	Ci	G
Marítimo	Cálido	MA	Ci	Tr. M. O
	Fresco	Ma	Av	Tr
	Frío	ma	Ti. Av	Tu
Templado	Cálido	TE	Av	M. O
	Fresco	Te	Ti	Tr
Continental	Cálido	CO	Ti. Av	G
	Semicálido	Co	Pr. Ti	M. O
	Frío	co	Pr	Tr
Alpino	Subalpino	AL	Pr. Ti	Ta
	Alpino	Al	Pr	A
Polar	Taiga	TA	Pr. Ti	Ta
	Tundra	TU	Pr	Tu
	Hielo perpetuo	HI	Pr	H

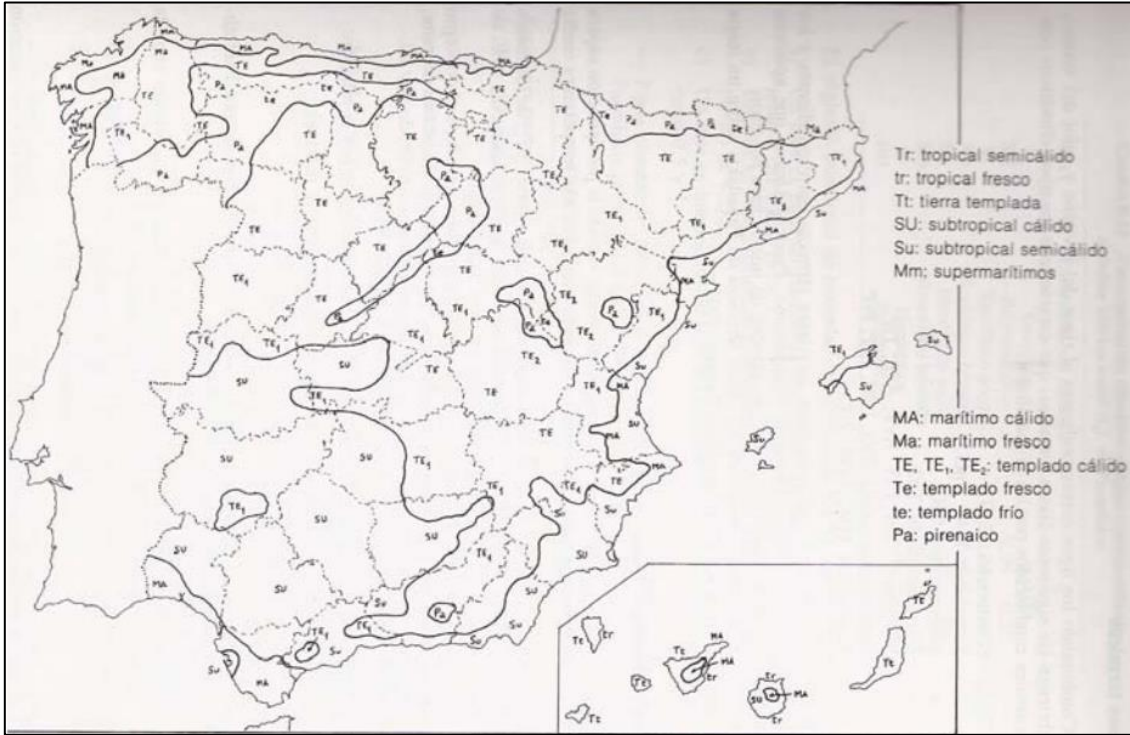


Figura 13. Mapa de clasificación climática de Papadakis según clases térmicas. Fuente: (Urbano, 2010).

Según la clasificación climática de Papadakis la región de estudio posee un **régimen térmico templado cálido**.

7.2.4. Régimen hídrico

Tabla 13. Régimen hídrico de la clasificación climática de Papadakis. Fuente: (Urbano, 2010).

Húmedo (HU, Hu)	La precipitación anual supera a la ETP anual; ningún mes seco (a o 5); el excedente estacional de lluvia (Ln) supera el 25% de la ETP anual. Se distinguen dos subtipos: Siempre húmedo (HU): cuando todos los meses son húmedos (h o w); Húmedo (Hu): cuando uno o más meses no son húmedos, pero tampoco secos.
Mediterráneo (ME, Me, me)	Latitud superior a 20°. La lluvia de invierno (junio, julio y agosto en el hemisferio sur), supera a la de verano (diciembre, enero y febrero en el hemisferio sur). El clima no es ni desértico ni húmedo. Se distinguen tres subtipos: Mediterráneo húmedo o lluvioso (ME): Ln supera el 25% de la ETP anual; Mediterráneo seco (Me): Ln es menor del 25% de la ETP; Mediterráneo semiárido (me): Más seco que el anterior. Abril en el hemisferio Norte, octubre en el Sur, es seco, (a, s). Los cultivos necesitan riego.
Estepario (St)	Ni húmedo, ni mediterráneo, ni desértico, ni monzónico. En primavera, en conjunto (marzo, abril y mayo en el hemisferio Norte, septiembre, octubre y noviembre en el hemisferio Sur), la precipitación cubre más del 50% de la ETP.
Isohigro semiárido (Si)	Semejante al anterior, pero la lluvia de primavera cubre menos del 50% de la ETP.
Monzónico (MO, Mo, mo)	En base a la relación P/ETP, el verano es más húmedo que el invierno y la primavera. El régimen no es ni húmedo ni desértico. Se divide en: Monzónico lluvioso (MO): Ln > 25% ETP; Monzónico seco (Mo): Ln < 25% ETP y la lluvia cubre más del 44% de la ETP anual; Monzónico semiárido (mo): La lluvia cubre menos del 44% de la ETP anual.
Desértico (de, di, do, da)	Todos los meses con máxima media > 15°C son secos; la lluvia anual cubre menos del 22% de la ETP anual. Se divide en: Desértico mediterráneo (de): uno o más meses no áridos en invierno; Desértico monzónico (do): uno o más meses no áridos en verano; Desértico isohigro (di): uno o más meses no áridos en primavera o la lluvia cubre más del 9% de la ETP; Desierto absoluto (da): todos los meses son áridos, la lluvia cubre menos del 9% de la ETP.

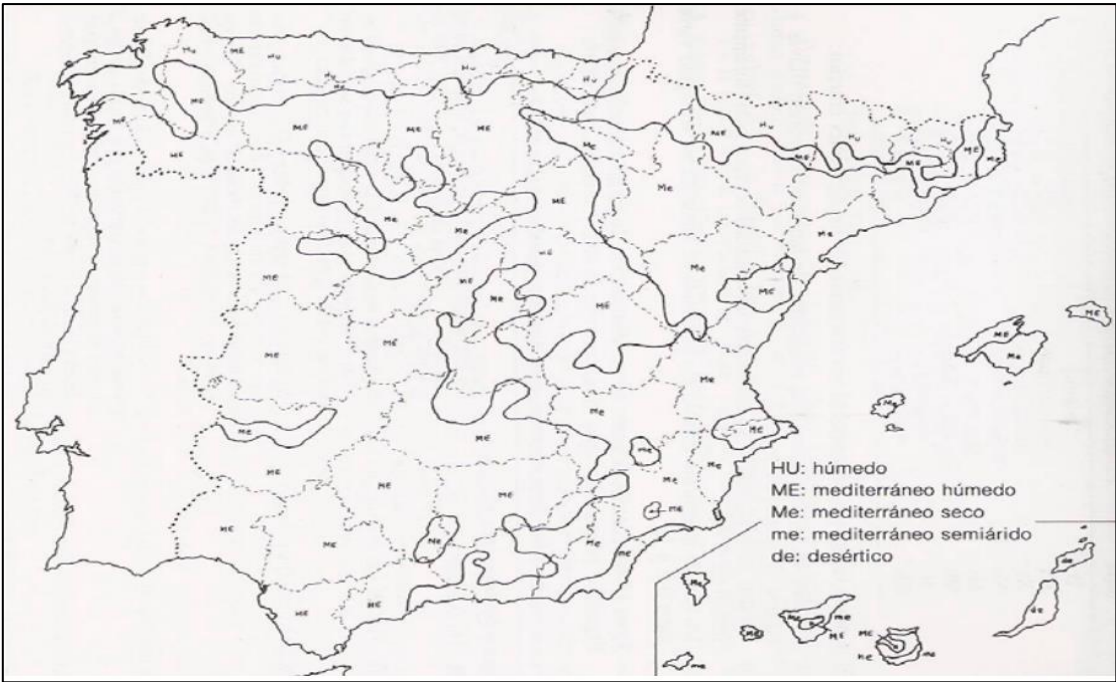


Figura 14. Mapa de clasificación climática de Papadakis según régimen hídrico. Fuente: (Urbano, 2010).

Según la clasificación climática de Papadakis la región de estudio posee un **clima mediterráneo húmedo**.

Todos los análisis realizados con este modelo climático de Papadakis, así como con el modelo anterior, caracterizan a la zona de estudio como propicia para el establecimiento y desarrollo de la plantación de trufa de acuerdo a todas las variables climáticas estudiadas.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo II: Estudio edafológico

ÍNDICE

1. Características generales de un suelo apto para la truficultura.....	2
2. Análisis del suelo	2
3. Relación entre los valores analizados y los valores ideales	2
A. pH.....	2
B. Textura	3
C. Conductividad	5
D. Profundidad	5
E. Pedregosidad	6
F. Caliza en el suelo.....	6
G. Materia orgánica.....	7
H. Relación C/N.....	8
I. Macronutrientes.....	8
Fósforo	8
Nitrógeno.....	9
Potasio.....	9
4. Conclusión.....	10

1. Características generales de un suelo apto para la truficultura

El suelo es un factor clave en la truficultura, ya que un suelo denominado “apto” responde a unos parámetros edafológicos muy concretos y universalmente admitidos. En general, son suelos poco profundos de origen calcáreo.

La mejor estructura para el cultivo de la trufa es aquella que asegura el máximo grado de aireación y la facilidad de penetración de las raíces en el suelo. Dentro de esta descripción se enmarcan suelos con estructura granulosa que resulte de un equilibrio entre factores texturales, materia orgánica y contenido en caliza (Delmas, 1983).



En cuanto a su geología, son preferibles terrenos del Secundario-Mesozoico: Triásico, Jurásico, Cretácico, con preferencia del Jurásico superior (De Miguel et al. 2008)

Todas las regiones que posean un suelo metamórfico o un suelo reciente (suelen tener carácter ácido) no presentarán las características necesarias para la práctica de la truficultura (Delmas, 1983).

2. Análisis del suelo

A continuación, se adjuntan los resultados del análisis de suelo realizado en el Centro de investigación forestal Valonsadero de Soria (Figura 1).

Figura 1. Resultados del análisis de suelos realizado por el Centro de Investigación Forestal Valonsadero.

 Junta de Castilla y León		 CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL valonsadero		RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS														
MUESTRA	pH		Conductividad (μS/cm)	MO (%)	Carbonatos (%)	Caliza activa (%)	N (%)	Cationes (ppm)					CIC (meq/100g)	P (ppm)	Gruesos (%)	Textura (%)		
	(agua)	(KCl)						Na	K	Ca	Mg	Fe				Arena	Limo	Arcilla
TF/1101/Matalebreras/CATA1/4	8,44	7,69	94,9	1,04	23	3	0,09	4	90	3999	18	8253	10,12	13,13	28,1	71,4	12,2	16,4
TF/1101/Matalebreras/CATA1/3	8,67	7,82	87,9	0,25	17	3	0,03	4	65	3661	15	7905	5,65	4,13	9,9	78,4	8,7	12,9
TF/1101/Matalebreras/CATA1/2	8,41	7,89	123,3	0,93	46	14	0,09	4	29	3787	16	5167	9,89	6,19	7,4	70,7	20,0	9,3
TF/1101/Matalebreras/CATA1/1	8,81	7,89	71,9	0,09	12	1	0,02	3	41	3194	11	8583	4,33	3,24	6,3	82,7	5,0	12,3
TF/1101/Matalebreras/CATA2/3	8,42	7,71	126,2	1,21	43	12	0,11	8	44	4056	25	8457	16,89	9,45	27,7	42,4	37,5	20,1
TF/1101/Matalebreras/CATA2/2B	8,63	7,92	121,3	0,27	64	14	0,05	11	8	3604	16	4739	13,99		11,2	24,5	61,4	14,1
TF/1101/Matalebreras/CATA2/2A	8,47	7,56	132,2	0,81	37	8	0,10	12	19	4777	34	13586	15,77	2,83	10,2	25,0	51,3	23,7
TF/1101/Matalebreras/CATA2/1	8,37	7,60	193,0	0,10	27	3	0,09	21	18	4340	37	19536	12,60	1,64	8,2	26,6	49,6	23,8
TF/1101/Matalebreras/SUPERFICIE3	8,42	7,65	101,1	1,28	33	5	0,11	4	89	4164	23	8452	14,68	7,24	38,7	57,9	24,9	17,2
TF/1101/Matalebreras/SUPERFICIE4	8,44	7,66	88,2	1,05	22	3	0,10	4	76	3622	18	6750	10,39	11,18	30,3	74,4	14,9	10,7

3. Relación entre los valores analizados y los valores ideales

A. pH

El pH es la medida del grado de acidez o alcalinidad del suelo y puede variar entre 0 y 14 de acuerdo a la siguiente escala:

- Suelos ácidos: valor inferior a 6,6
- Suelos neutros: valor entre 6,6 y 7,5
- Suelos básicos: valor superior a 7,5

En truficultura tiende a ser un valor bastante estable, y debe estar comprendido entre 6,2 y 8,8 considerándose estos valores extremos. Los valores recomendados para los suelos truferos se encuentran entre 7,5 y 8,5 (Reyna, 2000).

El análisis del suelo indica que el suelo de la parcela posee un valor de 8,44 (medido con el método de agua), por lo que es un suelo apto para la práctica de la truficultura. Esto indica que el suelo posee una ligera reacción alcalina.

B. Textura

La textura es la proporción relativa (en %) de partículas de arena, de limo y de arcilla en la tierra fina. Traduce el tacto de un suelo en cuanto a aspereza, suavidad, cohesión, compactación, etc. cuando se moldea entre los dedos con un grado suficiente de humedad.

Esta es una de las propiedades más estables de un suelo y su conocimiento es básico en el estudio del suelo ya que con ella se relacionan directamente otras propiedades que tienen una gran importancia en el uso y manejo del mismo (Bescansa, 2015).

Las fracciones que se deben determinar para realizar la clasificación textural del suelo son las siguientes:

- Fracción arena: partículas más gruesas ásperas al tacto, no plásticas ni adherentes.
- Fracción limo: tamaño intermedio, son partículas no adherentes, pero suaves al tacto.
- Fracción arcilla: la fracción más pequeña $< 2 \mu\text{m}$ y la más activa. Confiere al suelo las características de plasticidad, adherencia y nutrición mineral.

En truficultura existe una gama amplia de texturas favorables que giran en torno a los suelos francos, como los suelos franco-arcillosos, franco-arenosos o franco-limosos. No son recomendables los suelos muy pesados o arenosos. A pesar de esto se han observado truferas, sobre todo naturales, en terrenos con texturas muy diversas (Reyna, 2010).

A continuación, se exponen dos triángulos texturales en los que se reflejan los valores óptimos de textura para la truficultura (Figura 2), así como los valores aceptables y comunes (Figura 3).

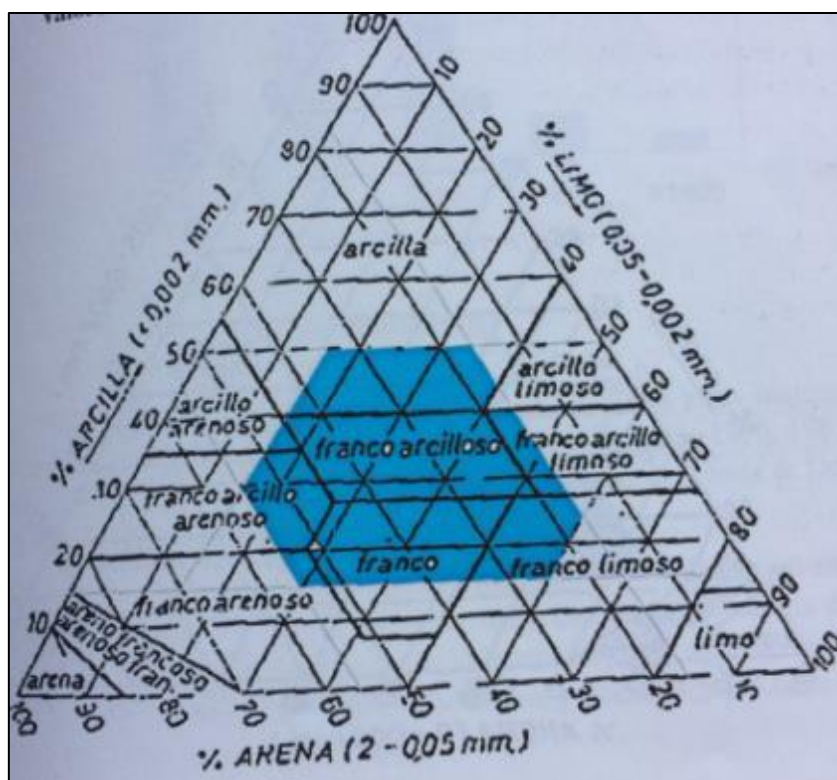


Figura 2. Triángulo textural de los valores óptimos en truficultura. Fuente: (Reyna, 2010).

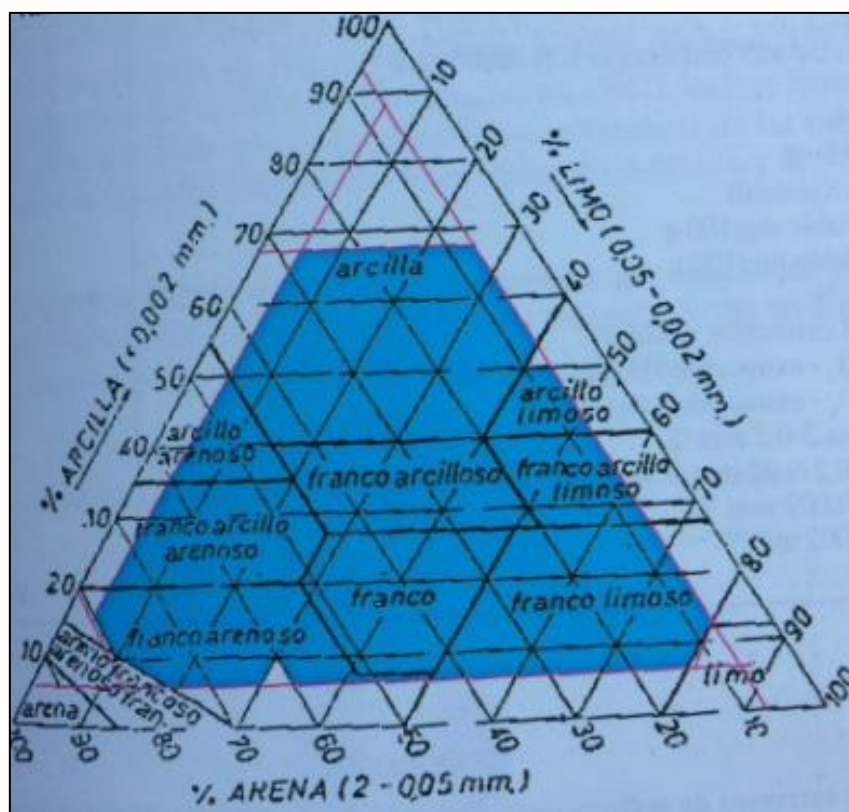


Figura 3. Triángulo textural de los valores aceptables en truficultura. Fuente: (Reyna, 2010).

En el análisis de la parcela se observan resultados diferentes entre sí para las dos catas de suelo muestreadas. En la primera de ellas se constata una textura franco arenosa y la segunda está encuadrada dentro de un suelo franco. Ambos son aptos para la práctica de la truficultura. Esta diferencia se debe a que se muestreó la parcela en función de sus puntos más representativos, con el fin de analizarla en su conjunto. La estructura observada es granular.

A pesar de ello se ha comprobado que el suelo de la parcela, en general, tiende hacia un suelo franco ligeramente arenoso. Además, esta textura facilita la permeabilidad del suelo al existir mayor cantidad de macroporosidad, un factor clave en el cultivo de la trufa.

C. Conductividad

La conductividad es una buena medida de la salinidad del suelo. En el caso de la truficultura no es necesario ningún requerimiento especial sobre este parámetro, solamente que se encuentre en el nivel óptimo en el que se desarrollan la mayoría de cultivos (Bescansa, 2015). Nunca se han encontrado plantas halófilas (proliferan en suelos salinos) en las truferas, por lo que supone un indicador de que la trufa no se desarrolla en suelos con una gran concentración de sales (Delmas, 1983).

La conductividad se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor máximo de conductividad en el suelo para la práctica de la truficultura es de $166 \mu\text{S}/\text{cm}$ como media (Reyna, 2000).

El análisis del suelo muestra que la parcela posee una conductividad de en torno a $95 \mu\text{S}/\text{cm}$ y por lo tanto está dentro de los valores permitidos.

D. Profundidad

La profundidad del suelo es un parámetro importante ya que supone el volumen que van poseer las raíces para desarrollarse, así como el volumen en el que se va a retener el agua para que esté disponible.

Este aspecto es importante en el presente proyecto debido a que al tratarse de una zona semiárida es conveniente que el suelo sea más profundo para asegurar las necesidades hídricas de la planta. Además, las encinas poseen un sistema pivotante vigorosos y necesita una buena profundidad de desarrollo.

A pesar de existir profundidad en un terreno, pueden existir una serie de limitaciones que conlleven a problemas como:

- Limitaciones mecánicas: presencia de roca madre u horizontes muy compactos.
- Limitaciones químicas: presencia de horizontes muy salinos o calizos.

- Limitaciones fisiológicas: presencia de una capa freática que provoca asfixia radicular.

En el caso de la parcela de estudio no existe ningún tipo de limitación y la profundidad es suficiente para el correcto desarrollo de la plantación al existir de forma segura más de dos metros y medio de profundidad.

E. Pedregosidad

Al contrario de lo que sucede en otros cultivos, la pedregosidad es considerada un factor muy beneficioso en el cultivo de la trufa. Ésta posee funciones claves como mejorar el drenaje y la aireación del suelo, captar calor en invierno, disminuir la evaporación en invierno, provisión permanente de carbonato cálcico, protección contra la compactación y erosión producida por la lluvia (Reyna, 2000).

De hecho, las piedras serán necesarias en la parcela a la hora de realizar el acolchado de los quemados. De este modo, también se evita que puedan ser ingeridas por los jabalíes u otra fauna salvaje.

La cantidad de elementos gruesos existentes en la parcela se encuentra en torno al 28%, un valor dentro de los límites aconsejables para los suelos destinados a la truficultura.

F. Caliza en el suelo

El carbonato cálcico es la principal fuente de calcio de los suelos, encontrándose en dimensiones variables, desde guijarros hasta en forma de polvo muy fino.

Cuando falta el carbonato cálcico en el suelo nos encontramos normalmente con suelos ácidos, aunque también puede darse su falta en tierras básicas. En este último caso tendremos que aportar sulfato cálcico (yeso), de manera que aumentemos los niveles de calcio sin elevar el pH.

Los carbonatos tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad de los microorganismos, pero un exceso de éstos puede traer problemas de nutrición en las plantas por antagonismos con otros elementos (Bescansa, 2015).

La presencia de carbonato cálcico es un requerimiento indispensable para que el hongo pueda existir en el suelo. Éste suele provenir de la roca madre del suelo y de los materiales gruesos existentes (Reyna, 2000).

El carbonato cálcico puede encontrarse en forma de partículas finas como la arena, limo y arcilla, o puede estar solubilizado.

El contenido de carbonato cálcico en los suelos truferos es muy variable y puede oscilar entre 0% y 83%. En la parcela de estudio se posee un valor de 23% en los horizontes superiores, por lo que se trata de un porcentaje dentro del rango aconsejable.

A pesar de que este valor sea aceptable, el contenido total de los carbonatos no nos da una idea exacta de sus efectos en el suelo, por lo que si el contenido de los carbonatos es superior al 8-10% es necesario hacer el análisis de la caliza activa.

La caliza activa se define como partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a las 5 μ m, muy activas químicamente. Se trata de la fracción más fácilmente solubilizable. Su contenido debe encontrarse entre el 0,1% y el 30% como valor máximo (Reyna, 2000).

En la parcela existe un contenido de caliza activa del 3%, un valor que coincide con el valor medio de los suelos truferos.

G. Materia orgánica

La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. Está formada por compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas.

Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus.

La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. También mejoran su estructura, descompactan suelos arcillosos, ayudan a prevenir la erosión y mejoran la capacidad de retención de nutrientes y agua de suelos arenosos o pesados.

La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo. Los suelos minerales con mayor contenido de materia orgánica son normalmente los suelos de praderas vírgenes. Los suelos de bosques y aquellos de climas cálidos tienen una menor cantidad de materia orgánica (Delmas, 1987).

El contenido en materia orgánica del suelo para las truferas es muy variable, oscilando entre el 0,5 % y el 10% (Reyna, 2000). Generalmente no son suelos con altos contenidos en materia orgánica al haber albergado cultivos de tipo cerealista.

El análisis indica que la parcela posee un contenido en materia orgánica del 1,12%, por lo que se encuentra dentro del rango de valores recomendados para la truficultura.

H. Relación C/N

La relación C/N en el suelo mide la rapidez con la que se descompone la materia orgánica y su riqueza en nitrógeno.

Cuando la relación C/N es alta significa que hay mucha energía y poco nitrógeno; por tanto prácticamente todo el N liberado es tomado por los microorganismos del suelo, quedando muy poco libre para ser utilizado por las plantas.

Cuando la relación C/N es baja significa que hay mucho nitrógeno y poca energía. Una parte del N liberado es tomado por los microorganismos y el resto es incorporado al suelo y puede ser absorbido por las plantas.

La cantidad de nitrógeno liberado depende de la rapidez con que se descompone la materia orgánica. Esta velocidad de descomposición depende del tipo de material (materia orgánica más o menos rica en celulosa o hidratos de carbono), las condiciones climáticas de humedad y temperatura y las condiciones del suelo.

En truficultura los valores oscilan entre el 5 y el 20, tomando el 10 como un valor medio (Reyna, 2000).

De acuerdo al análisis realizado, la relación C/N se encuentra dentro de los valores óptimos.

I. Macronutrientes

La importancia que poseen los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) para la truficultura es escasa, ya que la inmensa mayoría de los suelos tiene cantidades suficientes de estos nutrientes para hacer viable la plantación.

Hay que tener en cuenta que el papel que poseen de las micorrizas mejorando la capacidad de asimilación de las plantas hace innecesario el abonado.

Por otro lado, si se da la existencia de un exceso de nutrientes se puede perjudicar la micorrización y con ello la futura producción, ya que la planta utiliza la simbiosis para suplir deficiencias nutricionales. Si esta deficiencia es paliada con fertilizante se hará innecesaria la utilización de las micorrizas y desaparecerán (Reyna, 2000).

Fósforo

Es un nutriente importante por estar implicado en numerosas funciones en las plantas y ser el componente esencial en las enzimas vegetales implicadas en la transferencia de energía de los procesos metabólicos. Participa en la fotosíntesis y respiración, es un componente esencial en la membrana celular, favorece el desarrollo radicular y la maduración de los frutos.

Cuando este es deficiente, la planta es más débil, no crece al mismo ritmo, no desarrolla sus raíces, se retrasa la floración y la maduración de los frutos y las plantas son menos resistentes al frío.

El fósforo (P_2O_5) debe ser considerado un elemento clave en la truficultura, ya que las micorrizas juegan en papel muy destacado en su asimilación. A pesar de esto, no debe ser preocupante la escasez del mismo en el suelo, ya que, en suelo calizos, las micorrizas pueden extraer el fósforo que se encuentra en formas poco asimilables (Reyna, 2000).

El contenido en fósforo en el suelo de las truferas es muy variable, de 0 hasta 230 ppm. Los valores recomendados se encuentran entre 5 y 150 ppm (Reyna, 2000).

El análisis del suelo indica que la parcela posee un contenido de 13 ppm, un valor inferior a la media, pero aceptable para el cultivo de la trufa.

Nitrógeno

Es el nutriente que favorece el desarrollo de la parte aérea de las plantas y proporciona el color verde a las hojas.

Las deficiencias en este elemento derivan en cultivos de plantas débiles, pálidas y con baja productividad.

En truficultura, un exceso de nitrógeno incide de forma negativa sobre el grado de micorrización. Los valores recomendados oscilan entre 0,1% y 1% (Reyna, 2000).

Según el análisis del suelo, la parcela posee un contenido en nitrógeno del 0,1%, que se encuentra dentro de los valores recomendados.

Potasio

El potasio también tiene un papel importante en el metabolismo de las plantas ya que controla la respiración, abriendo y cerrando las estomas y actuando sobre los cloroplastos en la fotosíntesis. También participa en la movilización de los azúcares desde las hojas a zonas de almacenamiento, mejora el sabor de los frutos y aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades, parásitos y heladas.

Cuando se dan deficiencias en este elemento, toda la planta está flácida (pueden darse fracturas) y las hojas parecen viejas y se amarillean desde los bordes.

Los valores recomendados en truficultura sobre el contenido en potasio (K_2O) oscilan entre 50 y 500 ppm (Reyna, 2000). En este caso, el análisis evidencia de un contenido de potasio en el terreno de 90, un valor adecuado para un terreno trufero.

4. Conclusión.

Una vez analizados todos los aspectos que otorgan a un suelo la atribución de “apto” para la truficultura, se puede concluir diciendo que el suelo de la parcela se encuentra dentro de los valores recomendados para cada parámetro estudiado, por lo que es digno de dicha atribución.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo III: Valoración de la potencialidad trufera

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Modelo matemático.....	2
2.1.	Factores edáficos y topográficos	3
2.2.	Factores climáticos	4
2.3.	Factores ecológicos	4
2.4.	Resultados	5
3.	Mapa de potencialidad trufera.....	6
4.	Tubercheck	6

1. Introducción

Antes de realizar un proyecto de diseño de una plantación trufícola es necesario conocer si el terreno sobre el que se va a proyectarlo tiene las condiciones necesarias para el desarrollo de la plantación. De lo contrario, será necesario buscar otro terreno, realizar las modificaciones necesarias o, en caso de valores muy bajos de potencialidad trufera, desestimar la plantación.

Para llevar a cabo el análisis de la potencialidad trufera de una zona, existen diversas herramientas con diferente precisión. El fundamento de éstas es el estudio de las variables que influyen en el cultivo de la trufa y las características de los terrenos próximos a la zona de estudio con el fin de realizar extrapolaciones.

En este caso se utilizará un modelo matemático preciso y dos herramientas auxiliares para fundamentar el resultado del modelo.

2. Modelo matemático

Se trata de un modelo propuesto por Santiago Reyna Domenech en su libro *“Truficultura. Fundamentos y técnicas”* publicado en el año 2007. Es válido para toda España y se basa en la combinación de los principales factores de carácter edáfico, ecológico, topográfico y climático que tienen influencia en las características del terreno y que condicionan el cultivo de la trufa. El cálculo se produce de forma directa en una hoja Excel al introducir los datos necesarios.

Para cada factor se establece un valor de referencia igual a la unidad, considerado el valor normal, a partir del cual se van realizando modificaciones en función de su magnitud como factor limitante. Si un factor se estima que es muy limitante y no permite el cultivo de la trufa en ese terreno, se le asignará un valor nulo, con lo que el índice de valoración será nulo también.

Hay que tener en cuenta que los índices de potencialidad proporcionan estimaciones orientativas y en ningún momento aseguran por completo que la plantación se vaya a desarrollar correctamente, ya que no tiene en cuenta posibles defectos a nivel localizado de la parcela. Asimismo, si el valor obtenido del índice es bajo es posible corregirlo mediante acciones como aumentar el pH satisfacer el déficit hídrico del lugar mediante un sistema de riego.

El índice se calcula multiplicando todos los coeficientes entre sí y posteriormente por 100 para escalar el valor. El rango de valores comprendidos por el índice de valoración (Val) oscila entre 0 y valores superiores a 70, atribuyendo una potencialidad al terreno de mala y excelente, respectivamente, como refleja la Tabla 1.

Tabla 1. Valores atribuibles de potencialidad.

Val	Potencialidad
0-10	Mala
11-20	Baja
21-40	Buena
41-70	Muy Buena
>70	Excelente

2.1. Factores edáficos y topográficos

A continuación, se muestran los factores edáficos y topográficos que tiene en cuenta el índice de valoración y los coeficientes que se asignan para cada caso:

A. Suelo Calizo

- Suelo calizo: A= 1
- Suelo no calizo: A= 0

B. Ph

- $\text{pH} \leq 6,4$: B= 0,1
- $6,4 < \text{pH} \leq 7,4$: B= 0,6
- $7,4 < \text{pH} \leq 8,5$: B= 1

C. Textura

- Suelo franco: C= 1
- Suelo arenoso o franco arenoso: C= 0,9
- Suelo arcilloso o franco arcilloso: C= 0,8
- Suelo encharcadizo (capa freática menor que 1,5 m): C= 0

D. Pedregosidad

- Suelo pedregoso: D= 1,1
- Suelo no pedregoso: D= 1

E. Pendiente

- Pendiente entre 2 y 12%: E= 1

- Pendiente menor que 2% y mayor que 12%: E= 0,9

2.2. Factores climáticos

F. Temperatura media anual (T)

- Si $T = 13 \pm 2$: F= 1
- Si $T = 13 \pm 3$: F= 0,9
- Si $T = 13 \pm 4$: F= 0,7
- Si $T = 13 \pm 6$: F= 0,1

G. Precipitación anual en mm (P)

- $P < 400$: G= 0,1
- P entre 400 y 500: G= 0,7
- P entre 500 y 700: G= 0,9
- P entre 700 y 900: G= 1
- P entre 900 y 1200: G= 0,5
- $P > 1200$: G= 0,1

H. Precipitación estival en mm (P_v)

- $P_v < 50$: H= 0,1
- P_v entre 50 y 100: H= 0,8
- P_v entre 100 y 200: H= 1
- Sin sequía estival: H= 0,1

2.3. Factores ecológicos

I. Cultivo precedente

- Terreno forestal: I= 0,6
- Terreno procedente de cultivo intensivo: I= 0,7
- Terreno agrícola de cultivos leñosos: I= 0,9
- Terreno agrícola de cultivos herbáceos o vid: I= 1

J. Vegetación de la zona

- Presencia natural, simultáneamente, en el área de *Pinus nigra*, *Juniperus thurifera*, *Quercus faginea* y *Quercus ilex*: J= 1,1
- Presencia natural en el área de *Pinus nigra* como especie dominante: J= 1
- Presencia natural en el área de *Juniperus thurifera* como especie dominante: J= 1
- Presencia natural en el área de *Quercus pubescens* como especie dominante: J= 1
- Presencia natural en el área de *Pinus sylvestris* como especie dominante: J= 0,9
- Presencia natural en el área de *Pinus halepensis* como especie dominante: J= 0,9

2.4. Resultados

En la tabla 2 se recogen los datos relativos a la zona de estudio junto con los coeficientes correspondientes de acuerdo con los factores anteriormente expuestos.

Tabla 2. Elementos de valoración de la potencialidad trufera.

		Factor	Dato zona estudio	Coeficiente
Edáficos	A	Suelo calizo	Suelo calizo	1
	B	pH	8,44	1
	C	Textura	Suelo franco arenoso	0,9
	D	Pedregosidad	Suelo pedregoso	1,1
	E	Pendiente	Entre 2% y 12%	1
Climáticos	F	Tª Med. Anual	11ºC	1
	G	Prec. Med. Anual	520	0,9
	H	Prec. Estival	100	0,9
Ecológicos	K	Cultivo precedente	Cultivo intensivo	0,7
	L	Vegetación zona	Presencia natural, simultáneamente, en el área de <i>Pinus nigra</i> , <i>Juniperus thurifera</i> , <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus ilex</i>	1,1

El índice se obtiene mediante el producto de todos los coeficientes y su escalado multiplicándolos por 100:

$$\text{Val} = (A \times B \times C \times D \times E \times F \times G \times H \times I \times J) \times 100 =$$

$$= (1 \times 1 \times 0,9 \times 1,1 \times 1 \times 1 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,7 \times 1,1) \times 100 = \mathbf{62}$$

De acuerdo con la tabla expuesta anteriormente sobre las atribuciones del índice de valoración, estamos ante un terreno calificado como muy bueno para la truficultura.

3. Mapa de potencialidad trufera

El CESEFOR (Centro de servicios y promoción forestal y de su industria de Castilla y León) ha realizado un mapa (Figura 1) en el que se analiza la potencialidad trufera de las distintas regiones de Castilla y León, y concretamente en Soria un 43 % de la superficie total tendría condiciones adecuadas para el cultivo de la trufa.

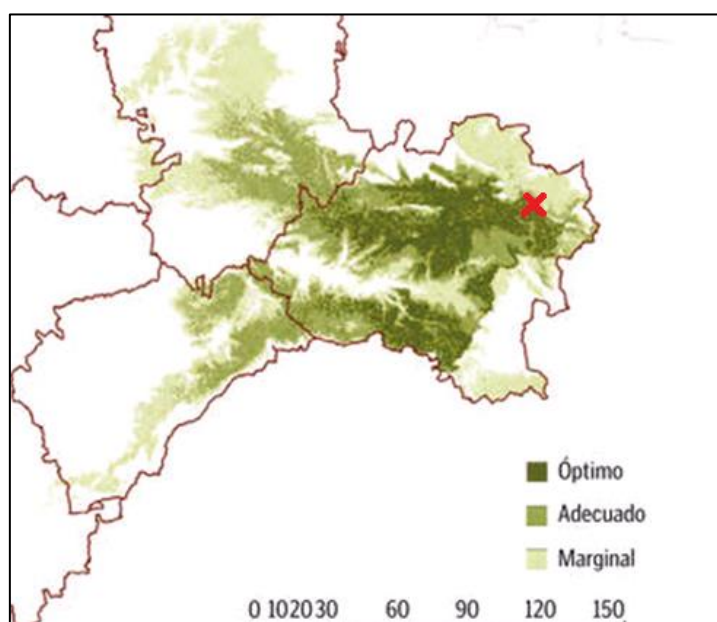


Figura 1. Mapa de potencialidad trufera de la provincia de Soria. Fuente: <http://www.heraldodesoria.es/>

La zona de estudio se encuentra situada en el lugar que indica el aspa de color rojo, sobre la transición entre la zona adecuada y la zona óptima para el cultivo de la trufa. Por lo tanto, según esta clasificación de carácter general, la parcela de estudio reúne los requisitos necesarios para albergar la plantación trufera.

4. Tubercheck

“*Tubercheck*” es un sistema que ha sido desarrollado por la empresa Genius Medio Ambiente para facilitar el estudio de la aptitud trufera en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. El proyecto ha sido llevado a cabo por los ingenieros Teresa Ágreda Cabo y Jesús Cedazo Mínguez, junto con la colaboración de expertos en la ecología de *Tuber melanosporum*.

Se trata de una aplicación web caracterizada por su sencillez y su funcionalidad que permite la evaluación de la implantación de una explotación trufera en un emplazamiento concreto.

La aplicación plantea si el terreno es apto o no apto para el cultivo de la trufa, en base a la predicción conjunta de los aspectos limitantes. Para se utilizan modelos realizados a partir de datos reales y de la priorización de una serie de parámetros.

Según el programa, mediante el análisis de las coordenadas proporcionadas, la parcela de estudio es apta para el cultivo de la trufa, reuniendo las características necesarias de localización, suelo y clima (Figura 2).

Solicitante:	Porfirio Cabello Celorio
Nombre de la parcela:	Las Holmillas: 468 y 469
Provincia:	Soria
Municipio:	Matalebreras
Coordenadas X:	578778
UTM Datum WGS 84 Y:	4632401

El modelo tubercheck, de acuerdo a la información suministrada por el usuario, evalúa como:

APTO

el potencial para el cultivo de la trufa negra en la zona donde se encuentra la parcela indicada.

Tal valoración se ha calculado en base a los siguientes índices, que individualmente dictaminan:

Índice de aptitud municipal: **APTO**

CON RIEGO: **APTO**

Índice de idoneidad paramétrica: **APTO**

CON RIEGO: **APTO**

Figura 2. Informe de *Tubercheck* sobre la potencialidad trufera. Fuente: <http://www.tubercheck.com/>

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo IV: Estudio de alternativas

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Estudio de alternativas	2
2.1. Elección de la especie de hongo.....	2
2.1.1. Alternativa 1	2
2.1.2. Alternativa 2.....	3
2.1.3. Alternativa 3.....	4
2.2. Elección de la especie leñosa	5
2.2.1. Alternativa 1	6
2.2.2. Alternativa 2.....	7
2.2.3. Alternativa 3.....	8
2.3. Elección del sistema de cultivo	9
2.3.1. Alternativa 1	9
2.3.2. Alternativa 2.....	10
2.3.3. Alternativa 3.....	10
2.4. Elección del sistema de riego	11
2.4.1. Alternativa 1	11
2.4.2. Alternativa 2.....	12
2.4.3. Alternativa 3.....	13
2.5. Elección del tipo de recolección.....	13
2.5.1. Alternativa 1	14
2.5.2. Alternativa 2.....	14
2.5.3. Alternativa 3.....	14
2.6. Soluciones adoptadas para solucionar los problemas sencillos.....	14
3. Criterios de evaluación.....	15
4. Análisis multicriterio	16
5. Elección de alternativa y justificación	18

1. Introducción

Los proyectos no poseen una solución única, sino que se deben plantear diferentes tipos de alternativas para distintos aspectos con el fin de evaluarlas y determinar cuáles son las mejores para el proyecto.

Las alternativas son planteadas en función de los problemas que se puedan presentar en la realización del proyecto, teniendo en cuenta todo el conjunto de condicionantes externos e internos.

Una vez analizados los problemas existentes habrá que ver de qué modo se consigue adaptar la tecnología existente para su resolución.

2. Estudio de alternativas

Para conseguir dar solución a los problemas existentes se van a ofrecer diferentes alternativas para cada uno de ellos con el fin de poder llegar a soluciones globales partiendo de la resolución de conflictos sencillos.

2.1. Elección de la especie de hongo

Para la elección del hongo que establecerá las micorrizas con la especie leñosa se poseen diferentes opciones como *Tuber aestivum*, *Tuber melanosporum* y *Tuber brumale*.

2.1.1. Alternativa 1

En primer lugar, se ha optado por la utilización de *Tuber aestivum*, conocida como trufa de verano, como la especie de hongo utilizada.

Sus características macroscópicas y microscópicas principales se hallan recogidas en la Tabla 2 (De Miguel et al, 2008).

Tabla 1. Características macroscópicas y microscópicas de *Tuber aestivum*.

Trufa	<i>Tuber aestivum</i>
Peridio	Verrugoso Negro-Marrón
Gleba	Marrón claro, avellana
Venas	Finas, abundantes, circunvoluciones
Esporas/asca	1-6
Tipo esporas	Reticuladas, alveoladas
Color esporas	Amarillo-marrón claro
Olor	Agradable, malta tostada, poco persistente, champiñón
Recolección	De mayo a agosto

Este tipo de trufa presenta una serie de ventajas e inconvenientes:

- Se encuentra enterrada a menor profundidad que la trufa negra siendo posible, a veces, observar montículos ya que puede levantar el suelo o incluso asomar en la superficie. Por lo tanto, su identificación puede resultar más fácil.
- Puede desarrollarse donde la trufa negra no lo hace, por tolerar rangos más amplios en las condiciones ambientales en las que vive (pH, pluviometría, etc.).
- A pesar de conocerse como trufa de verano, se pueden encontrar truferas con recolección en invierno o primavera, por lo que su temporada de recolección está más extendida que la del resto de las trufas.
- Su principal inconveniente es su reducido valor, ya que es seis veces inferior al de la trufa negra, de entre 50 y 100 €/kg. Por esto es la más utilizada en la industria para productos elaborados como conservas o aceites aromatizados.



Figura 1. Apariencia de *Tuber aestivum*. Fuente: <https://www.soriashop.com/>

2.1.2. Alternativa 2

En segundo lugar, se plantea la utilización de *Tuber brumale*, conocida como trufa de invierno, como la especie de hongo utilizada.

Sus características macroscópicas y microscópicas principales se hallan recogidas en la Tabla 2 (De Miguel et al, 2008).

Tabla 2. Características macroscópicas y microscópicas de *Tuber brumale*.

Trufa	<i>Tuber brumale</i>
Peridio	Verrugoso Negro
Gleba	Gris, negro, púrpura
Venas	Anchas y escasas
Esporas/asca	1-6
Tipo esporas	Con espínulas
Color esporas	Amarillentas, marrón pálido
Olor	Fuerte, a veces algo agrio, almizclado, otras agradable
Recolección	De noviembre a marzo

Este tipo de trufa presenta una serie de ventajas e inconvenientes:

- Es menos sensible a los episodios de sequía el resto de trufas.
- Su temporada de recolección se ve limitada al otoño-invierno.
- Su precio es 4 veces inferior al de la trufa negra.
- Posee gran proliferación, llegándose a catalogar en ocasiones como plaga contaminante de otras truferas.



Figura 2. Apariencia de *Tuber brumale*. Fuente: <http://www.laumont.net>

2.1.3. Alternativa 3

Por último, se estudia la utilización de *Tuber melanosporum*, conocida como trufa negra, como la especie de hongo utilizada. Sus características macroscópicas y microscópicas principales se hallan recogidas en la Tabla 3 (De Miguel et al, 2008).

Tabla 3. Características macroscópicas y microscópicas de *Tuber melanosporum*.

Trufa	<i>Tuber melanosporum</i>
Peridio	Verrugoso Negro-marrón
Gleba	Marrón, púrpura, negro
Venas	Finas y numerosas
Esporas/asca	2-5
Tipo esporas	Con espínulas
Color esporas	Marrón oscuro
Olor	Agradable, fuerte, persistente
Recolección	De noviembre a marzo

Este tipo de trufa presenta una serie de ventajas e inconvenientes:

- Es la trufa que mayor repercusión económica posee, pudiendo alcanzar un precio de venta de hasta 1.000 €/kg.
- En términos productivos representa el 50% de la producción mundial.
- Sus cualidades organolépticas son las más deseadas para la gastronomía.
- Su temporada de recolección se ve limitada al otoño-invierno.



Figura 3. Apariencia de *Tuber melanosporum*. Fuente: <https://www.drdelicacy.com>

2.2. Elección de la especie leñosa

Se especula con la posibilidad, de acuerdo con ensayos realizados, de que existan especies leñosas que estimulen una mayor producción de trufa (De Miguel, 2008). A pesar de ello, el criterio principal por el que se prima a la hora de la elección de la especie leñosas es su potencial de adaptación a la zona donde se va a realizar la plantación (Delmas, 1983).

Para este caso se poseen las siguientes especies leñosas a analizar (en el orden que sigue): encina (*Quercus ilex*), roble pubescente (*Quercus humilis*) y avellano (*Corylus avellana*).

2.2.1. Alternativa 1

La encina (Figura 4) es sin duda la especie arbórea más representativa y emblemática de la Península ibérica, estando presente en todo el territorio debido a su gran adaptación (Reyna, 2000).

Su porte arbóreo puede alcanzar los 20 metros de altura y suele estar, en la mayor parte de los casos, muy modificado por la acción del hombre: aprovechamientos de leñas, podas para fruto, incendios, pastoreo, etc (Reyna, 2000).

Su sistema radical es pivotante, penetrando la raíz principal a gran profundidad si el suelo lo permite. La bellota cuando germina introduce una raíz poco dividida a gran profundidad, para asegurar la dotación de agua en los periodos secos. Una vez desarrollada la raíz principal comienza a ramificarse, emitiendo raíces muy superficiales de gran vitalidad y fuerza, que son las que sustentan el 95% de la micorrización. Reyna gordo

Vive en zonas con más de 300mm de precipitación (50-250 mm de precipitación estival) temperaturas medias de enero entre -3 y 11 °C y temperaturas medias de agosto entre 14 y 28 °C. Es muy resistente al frío (Reyna, 2007).

Puede encontrarse desde el nivel del mar hasta los 2.200 m de altitud (en la región sur), aunque su óptimo está entre los 200-1.200 m (Reyna, 2007).

Se distinguen en la encina dos subespecies, *Quercus ilex* subsp. *ilex* y *Q. ilex* subsp. *ballota*. La primera algo más exigente en humedad ocupa las zonas más frescas y norteañas de España. Las dos poseen las mismas aptitudes para el cultivo de la trufa (Reyna, 2007).

Se adapta a casi todo tipo de suelos, solo con exigencias en profundidad cuando las precipitaciones son más escasas. Por este motivo es el árbol más utilizado a la mayoría de las explotaciones trufícolas (Delmas, 1983).



Figura 4. Encina en una plantación trufera. Fuente: <http://www.plantastruferas.com/>

2.2.2. Alternativa 2

El roble pubescente (Figura 5) es un árbol de hasta 20 m de altura que posee un tronco firme y unas hojas marcescentes y lobuladas con una pilosidad muy corta y blanquecina. Debe vigilarse su desarrollo en altura para evitar una espesura excesiva en la plantación. Su sistema radical es potente con la existencia de numerosas ramificaciones horizontales (Reyna, 2000).

Sus exigencias en precipitación son de más de 600 mm al año (150 mm en verano). Resiste bien las bajas temperaturas. Posee preferencia por los suelos calizos, aunque tiene tolerancia a otro tipo de suelos (Delmas, 1983).

En España se encuentra distribuido por Cataluña, Pirineos y alto Ebro, ocupando cotas de altitud entre los 400 y los 1.500 m. Se trata por tanto de una especie adecuada para plantaciones de las zonas situadas en el norte. Es una especie muy utilizada en Francia e Italia para la producción de trufa (Reyna, 2000).



Figura 5. Roble en una plantación trufera. Fuente: <https://m.planfor.es/>

2.2.3. Alternativa 3

El avellano (Figura 6) es un arbusto de 2-5 m de altura, rara vez con porte arbóreo, que emite numerosos brotes dando un aspecto amacollado y compacto (Reyna, 2000).

El sistema radical es muy abundante y actúa como un gran portador de micorrizas y colonizador del suelo. Su crecimiento es más rápido que el de la encina o el roble y la producción de trufa precoz, pero es más sensible a la contaminación por parte de otros hongos competidores como *Tuber brumale* (Delmas, 1983).

Está presente en toda Europa, y en España abunda como especie silvestre en el tercio norte peninsular y como especie cultivada está presente en toda la península (Reyna, 2000).

Es exigente en humedad y sólo se adapta bien zonas secas con técnicas de cultivo agrícolas, siendo necesaria, al menos, una labor de arado anual. Respecto al suelo, se adapta tanto a los calizos como a los silíceos (Reyna, 2007).

Otro de los inconvenientes que está manifestándose en estos últimos años en avellanos es que, si bien su producción comienza rápidamente, se produce muchas veces un prematuro decaimiento de la misma a los pocos años. Por ello esta especie está designada como

«precoz e infiel». Por ello el avellano tiende a utilizarse cada vez con menos frecuencia y su producción viveros de planta micorrizada se está abandonando (Reyna, 2000).



Figura 6. Avellano en una plantación trufera. Fuente: <https://m.planfor.es/>

2.3. Elección del sistema de cultivo

En este apartado se analizarán los diferentes sistemas de cultivo que se pueden adoptar para la truficultura, como son el monocultivo, el cultivo mixto o el sistema de cultivos intercalares.

2.3.1. Alternativa 1

El monocultivo consiste en una plantación de una sola especie, con los mismos patrones (si procediese), resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación. Este aspecto hace más eficiente la producción a gran escala.

Las ventajas e inconvenientes de este sistema de cultivo son:

- Se requiere una baja cantidad de mano de obra, que puede verse sustituida en algunos casos por una utilización completa de maquinaria.
- Existe mayor rentabilidad económica y una mayor eficiencia técnica.

- Al no diversificarse lo cultivado, puede haber una rápida dispersión de enfermedades y aparición de plagas; cuando el cultivo es uniforme, es más susceptible a elementos patógenos. Como contrapartida, también el control de enfermedades es más fácil de realizar.
- Otra desventaja de la falta de diversidad de los cultivos (especialmente en áreas muy extensas) es que no se pueden sustentar a animales que antes habitaban ese sitio y estos no pueden alimentarse, encontrar abrigo o reproducirse.
- Degradación del suelo debido a que estos solo absorben los nutrientes que consideran necesarios para su crecimiento, haciendo así, que el suelo pierda la fertilidad al acabarse con uno (o más) de sus nutrientes.

2.3.2. Alternativa 2

El sistema de cultivo mixto propone una alternancia entre las especies productoras con diferentes etapas de maduración. Se suele proponer la alternancia de especies como la encina o el roble con el avellano, debido a sus diferentes épocas de entrada en producción.

Las ventajas e inconvenientes de este cultivo son:

- Se encuentra un equilibrio entre precocidad y longevidad de la plantación, por lo que se puede conseguir una entrada en producción más precoz al utilizar especies como el avellano.
- Al entrar en producción antes, existiría un aporte económico para rentabilizar la explotación de manera anterior a como ocurriría con un monocultivo tradicional de encina o roble.
- A pesar de que la entrada en producción es más precoz, se observa un fuerte decaimiento en la misma a los pocos años.
- Especies como el avellano no poseen un gran potencial de adaptación a todas las zonas, por lo que la utilización de un sistema mixto con esta especie quedará limitada a las regiones en las que se desarrolle correctamente (Reyna, 2000).
- El sistema radicular de las especies precoces puede estar infectado con *Tuber brumale*, una especie con un valor económico muy inferior al de los otros tipos de trufa.

2.3.3. Alternativa 3

El sistema de cultivo intercalar adquiere bases del monocultivo y del cultivo mixto. El fundamento del sistema es un monocultivo de la especie leñosa elegida para establecer la simbiosis, pero con la diferencia de que se instala otro cultivo con el fin de aprovechar los espacios libres que dejan los primeros.

Como cultivo intercalar se suelen utilizar especies con bajo desarrollo para que no establezcan competencias con el desarrollo radicular de los árboles.

Generalmente se encuentran en esta técnica especies como la lavanda, el espliego, el tomillo o la salvia, de interés por su venta en fresco, en seco o por la extracción de sus cotizados aceites esenciales.

Se opta por el uso de plantas aromáticas debido a que son poco exigentes, y a veces es posible su cultivo en condiciones de secano.

Estos cultivos intercalares generan un beneficio durante el periodo de asentamiento de la plantación trufera. Hay que tener en cuenta que deberán ser retirados en el momento en el que comience la producción de trufa, por lo que es preciso conocer la biología del organismo fúngico.

La adición de estos cultivos entre las líneas de cultivo de los árboles tienen también la ventaja de frenar la erosión del suelo y de reducir la proliferación de malas hierbas en las zonas donde están implantadas.

2.4. Elección del sistema de riego

Como demuestra el análisis del déficit hídrico existente en verano que se refleja en el Anejo I, es necesaria la instalación de un sistema de riego que permita paliar ese déficit para asegurar el correcto desarrollo de la plantación durante sus meses críticos.

Para ello se someterán a análisis los siguientes métodos de riego: riego por inundación, riego por goteo y riego por microaspersión. Se desestima el análisis de métodos de riego como la aspersión convencional ya que contribuyen al mojado del follaje y constituirá un objetivo para la proliferación de enfermedades fúngicas.

2.4.1. Alternativa 1

El riego por inundación es un sistema de irrigación que consiste en inundar el terreno con una capa de agua. Una vez que la parcela se ha llenado de agua, se cierra la entrada a la misma y el agua no circula sobre el suelo, se infiltra o evapora.

Este tipo de riego, además de consumir mucha agua tiene también un efecto poco deseable de compactación del suelo, ya que la arcilla se compacta y aumenta la proporción de sales en la superficie.

No se trata de un sistema muy extendido en la truficultura, ya que en terrenos que no poseen buena infiltración puede dar lugar a episodios de asfixia del hongo por encharcamiento.

Sus ventajas son que es un sistema muy sencillo y que no necesita los altos costes de implantación que poseen los sistemas de riego localizado.

2.4.2. Alternativa 2

El riego por goteo es un sistema de irrigación localizado que consiste en proporcionar agua justo al pie de cada planta, en la zona de influencia de las raíces, por medio de un sistema de válvulas, tuberías y emisores. Este sistema permite que las plantas reciban el agua suficiente para que se desarrollen de manera óptima.

Con este sistema se obtiene el máximo ahorro de agua. La presión de trabajo es mínima y el caudal instantáneo puede ser muy bajo si se sectoriza el riego. En el caso de la truficultura no se busca mantener un bulbo húmedo, sino dar riegos en periodos definidos de unos 10 o 20 días. Estas instalaciones son posteriormente convertibles a microaspersión (Reyna, 2007).

Las ventajas generales que presenta el riego por goteo son las siguientes:

- Pocas pérdidas de agua por escorrentía o evaporación.
- Bajos requerimientos de potencia y de consumo de energía en el sistema de bombeo.
- Fácil automatización de todo el sistema.
- Disposición continua de agua para la planta y en el lugar donde se necesita.
- Aplicación óptima y eficiente de los fertilizantes conjuntamente con el agua de riego.
- Disminución considerable de las malezas en los cultivos.
- Se adapta a cualquier topografía.
- Reducción a los problemas de erosión y daño a la estructura del suelo.
- Menor cantidad de mano de obra.

Este sistema también posee una serie de desventajas:

- Alto costo de instalación.
- Para el caso de la truficultura, localización del agua excesiva ya que solo moja un 25% del suelo como máximo.
- Obstrucción de goteros con agua de mala calidad.
- No permite mecanizar el área de trabajo.
- Daños mecánicos ocasionados por la mano de obra.
- Exige estricta utilización de sistemas de filtrado.

2.4.3. Alternativa 3

El sistema de riego por microaspersión presenta una instalación similar a la del riego por goteo, pero la principal diferencia es que en este caso no hay goteros, sino unos emisores denominados microaspersores, que se encargan de distribuir el agua en forma de una lluvia fina localizada (no en gotas).

Este sistema requiere de mayores presiones de trabajo en relación al riego por goteo, pero es el más utilizado en truficultura, ya que distribuye mejor el agua a lo largo de toda la superficie del quemado (Reyna, 2007).

Las ventajas generales que presenta el riego por microaspersión son las siguientes:

- Ahorro de agua al realizar una aplicación localizada del agua.
- Es muy uniforme, más que el goteo, y es menos probable que se obstruyan los emisores, pues los conductos y la velocidad del agua son mayores.
- Posibilidad de automatización de la instalación.
- Posibilidad de aplicar los fertilizantes junto con el agua de riego.
- Mejora la lixiviación del suelo de forma que aleja las sales perjudiciales de las raíces de la planta.
- Apto para terrenos irregulares con desniveles y pendientes, incluso en ellos la uniformidad es bastante alta.
- Si hay problemas en algún microaspersor es más fácil de detectar que en el riego por goteo.

Este sistema también posee una serie de desventajas:

- Alta inversión inicial, los microaspersores son más caros que los goteros.
- Dificulta las labores a realizar en el cultivo.
- Es un sistema fijo y con muchos elementos expuestos, por lo que puede averiarse o romperse.
- Los fuertes vientos pueden afectar a la uniformidad del riego.

2.5. Elección del tipo de recolección

Para la recolección o la “caza” de trufas se utilizan diversos métodos que serán sometidos a análisis: caza con perro, caza con cerdo y caza con mosca. Estos tres son los métodos más extendidos y los que se contemplarán en el presente estudio de alternativas, aunque existen otros como la radiestesia que está en evolución (Moquet. 2013).

2.5.1. Alternativa 1

La caza de trufas mediante la ayuda de un perro adiestrado es la práctica más habitual. En ocasiones, será la única que estará permitida legalmente.

El perro a utilizar puede ser de cualquier raza, pero es aconsejable que sea resistente al frío y permita recorrer grandes distancias en el monte sin problemas.

El perro debe obedecer en todo momento las órdenes del amo, sin alejarse demasiado y rastreando todos los árboles de la parcela.

2.5.2. Alternativa 2

El cerdo es el animal que se usaba en los orígenes de la truficultura como animal de caza, debido a que es el mejor buscador de trufa al captar rápidamente su olor. En este sentido, la hembra posee mayor aptitud para la búsqueda de las trufas ya que el hongo segrega sustancias que las atrae.

El principal inconveniente de la utilización del cerdo es su dificultad para el adiestramiento, ya que tiende a comerse las trufas una vez las localiza obedeciendo a su instinto. A esto se le ligan otros problemas como su lentitud y su peso elevado (Reyna, 2007).

2.5.3. Alternativa 3

La caza de la trufa con mosca está basada en la actividad de *Helomyza tuberivora*, la mosca de la trufa, que realiza su puesta en las trufas maduras.

Su presencia evidencia la existencia de trufas, y en los días soleados y con poco viento se les puede observar posados o sobrevolando algún punto de la trufera.

Los truficultores que utilizan esta técnica, sobre todo los franceses, merodean los quemados removiendo la capa superficial de tierra con una vara para observar donde se encuentran las moscas (Delmas, 1983).

Los inconvenientes que presenta esta técnica para muchos truficultores son su falta de efectividad y precisión, y que generalmente solo se consiguen trufas demasiado maduras, cerca de la pudrición.

2.6. Soluciones adoptadas para solucionar los problemas sencillos

En la Tabla 4 se muestra un resumen de las soluciones, anteriormente descritas, que se han adoptado para tratar de solucionar los problemas planteados.

Tabla 4. Soluciones adoptadas para solucionar los conflictos sencillos.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Hongo	<i>Tuber aestivum</i>	<i>Tuber brumale</i>	<i>Tuber melanosporum</i>
Leñosa	Encina	Roble pubescente	Avellano
Sist. Cultivo	Monocultivo	Sistema mixto	Sistema intercalar
Sist. Riego	Riego por inundación	Riego por goteo	Riego por microaspersión
Recolección	Perro	Cerdo	Mosca

3. Criterios de evaluación

Una vez definidas las alternativas se someten a un análisis multicriterio en el cual se evaluarán individualmente para realizar posteriormente un contraste y tomar decisiones. El fundamento del análisis recaerá sobre el uso de diferentes tipos de escalas de valoración con las que se dotará a cada aspecto de un valor en función del criterio evaluado.

En este caso los criterios utilizados para realizar la valoración serán el ecológico, el económico y el funcional, cuyas escalas de evaluación se adjuntan detalladamente a continuación. Los criterios seleccionados para realizar el análisis son estos debido a que tienen mucha influencia con el proyecto que se quiere desarrollar.

Tabla 5. Escala de valoración ecológica.

Valor	Especificación
1-2	Máximo daño ambiental y/o mínima integración paisajística
3-4	Alto daño ambiental y/o poca integración paisajística
5-6	Medio daño ambiental y/o media integración paisajística
7-8	Reducido daño ambiental y/o notable integración paisajística
9-10	Mínimo daño ambiental y/o alta integración paisajística

Tabla 6. Escala de valoración funcional.

Valor	Especificación
1-2	Baja funcionalidad
3-4	Moderada funcionalidad
5-6	Mediana funcionalidad
7-8	Notable funcionalidad
9-10	Alta funcionalidad

Tabla 7. Escala de valoración económica.

Valor	Especificación
1-2	Alta inversión requerida y/o baja rentabilidad económica
3-4	Notable inversión requerida y/o poca rentabilidad económica
5-6	Mediana inversión requerida y/o mediana rentabilidad económica
7-8	Moderada inversión requerida y/o notable rentabilidad económica
9-10	Baja inversión requerida y/o alta rentabilidad económica

Al realizar el análisis multicriterio no todos los criterios poseerán la misma importancia y por ello se asigna un peso específico para cada uno de ellos, en el caso del presente proyecto queda conformado de la siguiente manera: 45% criterio económico, 30% criterio funcional y 25% criterio ecológico.

Tabla 8. Peso relativo de los criterios de valoración.

Criterio	Peso	Coef. Ponderación
Económico	45%	1,45
Funcional	30%	1,30
Ecológico	25%	1,25

4. Análisis multicriterio

Se procede al análisis de las alternativas fijadas asignándole un valor de los especificados en las escalas de valoración y multiplicando en cada caso por el coeficiente de ponderación correspondiente para añadir el valor añadido de cada valoración en función de los pesos definidos. De este modo se obtendrá la solución más eficaz.

El análisis se realizará estudiando individualmente cada uno de los problemas y las alternativas propuestas.

Tabla 9. Valoración del criterio: elección del hongo.

			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
			<i>Tuber aestivum</i>	<i>Tuber brumale</i>	<i>Tuber melanosporum</i>
Elección del hongo	Criterio	Económico	3	6	9
		Funcional	7	5	7
		Ecológico	5	7	7
	Ponderación	Económico	4,35	8,70	13,05
		Funcional	9,10	6,50	9,10
		Ecológico	6,25	8,75	8,75
	TOTAL		19,70	23,95	30,90

Tabla 10. Valoración del criterio: elección de la leñosa.

			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
			Encina	Roble pubescente	Avellano
Elección de la leñosa	Criterio	Económico	8	7	6
		Funcional	9	6	5
		Ecológico	9	8	7
	Ponderación	Económico	11,60	10,15	8,70
		Funcional	11,70	7,80	6,50
		Ecológico	11,25	10,00	8,75
	TOTAL		34,55	27,95	23,95

Tabla 11. Valoración del criterio: elección del sistema de cultivo.

			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
			Monocultivo	Sistema mixto	Sistema intercalar
Elección del sist. cultivo	Criterio	Económico	9	7	8
		Funcional	8	8	9
		Ecológico	4	7	7
	Ponderación	Económico	13,05	10,15	11,60
		Funcional	10,40	10,40	11,70
		Ecológico	5,00	8,75	8,75
	TOTAL		28,45	29,30	32,05

Tabla 12. Valoración del criterio: elección del tipo de riego.

			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
			Riego por inundación	Riego por goteo	Riego por microaspersión
Elección del tipo de riego	Criterio	Económico	8	5	4
		Funcional	3	7	9
		Ecológico	3	6	6
	Ponderación	Económico	11,60	7,25	5,80
		Funcional	3,90	9,10	11,70
		Ecológico	3,75	7,50	7,50
	TOTAL		19,25	23,85	25,00

Tabla 13. Valoración del criterio: elección del tipo de recolección.

			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
			Perro	Cerdo	Mosca
Elección tipo recolección	Criterio	Económico	7	7	9
		Funcional	9	6	5
		Ecológico	8	8	8
	Ponderación	Económico	10,15	10,15	13,05
		Funcional	11,70	7,80	6,50
		Ecológico	10,00	10,00	10,00
	TOTAL		31,85	27,95	29,55

5. Elección de alternativa y justificación

Tras haber realizado el análisis multicriterio se puede establecer la solución global propuesta para tratar los problemas planteados. Dicha solución se encuentra reflejada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resumen de alternativas elegidas.

	Alternativa escogida
Hongo	<i>Tuber melanosporum</i>
Leñosa	Encina
Sist. Cultivo	Sistema intercalar
Sist. Riego	Riego por microaspersión
Recolección	Perro

La elección se ha realizado de acorde a las escalas de valoración que se habían fijado y a la puntuación obtenida por cada alternativa. De este modo se ha obtenido la solución global más adecuada para los criterios descritos y para la situación actual.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo V: Características biológicas del organismo hospedador

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Clasificación taxonómica	2
3. Morfología.....	3
4. Distribución.....	5
5. Condicionantes climáticos y edáficos	6

1. Introducción

La encina (*Quercus ilex*) es uno de los árboles más representativos de la península ibérica, distribuido sobre todo por la región mediterránea. También conocido como carrasca, se trata de un árbol perennifolio de porte mediano y, en ocasiones, arbustivo, perteneciente a la familia de las fagáceas.

En el pasado su abundancia era mayor, pero debido a la presión demográfica y a la necesidad de alimentación, mucho terreno forestal fue paso a ser zona de cultivo (Wikipedia, 2017).

La encina es el árbol más extendido en la truficultura como individuo simbiote, ya que su rendimiento es elevado y proporciona características que predominan sobre otros árboles (avellano, roble, etc.) tales como su gran potencial de adaptación o la baja tasa de contaminación de sus raíces por otras especies de hongo. Este es un criterio que ha servido para la toma de decisiones sobre la elección de la especie leñosa huésped en el estudio de alternativas (Delmas, 1983).

2. Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Fagales
- Familia: Fagaceae
- Género: *Quercus*
- Especie: *Quercus ilex*

Existen dos subespecies diferentes de encina *Quercus ilex* subsp. *ilex* y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (sinónimo de *Q. rotundifolia*) (Wikipedia, 2017).

La primera posee unas hojas más grandes y su hábitat son las zonas húmedas de la cornisa cantábrica, mientras que la segunda presenta hojas más pequeñas, ovales, de borde espinoso y su hábitat son regiones de tipo mediterráneo.

Se ha elegido la segunda subespecie, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, ya que la zona de estudio posee características más propias de un clima de la región mediterránea que de una región oceánica, y por tanto la adaptación de la especie leñosa al medio será satisfactoria.

3. Morfología

- Porte: es un árbol de 8-12 m, que puede llegar a medir hasta 20 m de altura, de copa amplia, densa y redondeada. También puede poseer un porte arbustivo. Los ejemplares aislados forman una copa densa y globosa. Posee crecimiento medio (Figura 1).



Figura 1. Porte de *Quercus ilex subsp. Ballota*. Fuente: <http://www.regmurcia.com/>

- Tronco: en ejemplares jóvenes es de color negro y se vuelve más claro a medida que el árbol crece, hacia un color gris oscuro. El tronco de los árboles jóvenes forma pequeños cuadros superficiales mientras que el de las viejas encinas es de color gris claro y de textura suave. De la corteza se obtienen tanino (Figura 2).



Figura 2. Detalle del tronco de encina. Fuente: <https://commons.wikimedia.org/>

- Hojas: perennes, presentan un haz áspero de color oscuro brillante y un envés blanco con vellosidades. Las hojas son duras y coriáceas para evitar la pérdida de

agua. Aparecen alternas en las ramas, presentan borde espinoso en ejemplares jóvenes y ovalado en los adultos. Las hojas de pequeño tamaño poseen un nervio central muy marcado (Figura 3).



Figura 3. Detalle de las hojas de encina. Fuente: <http://www.biodiversidadvirtual.org>

- Flores: las masculinas son amarillas y se agrupan en inflorescencias en las partes más tiernas. Las flores femeninas poseen tonalidades rojizas que evolucionan a amarillo con su maduración y crecen aisladas o en pares. La fecundación es cruzada, aunque hay posibilidad de autofecundación (Figura 4).



Figura 4. Detalle de las flores masculinas de encina. Fuente: <http://www.revistatodo.com/>

- Fruto: es la bellota con un tamaño de 2-3 cm y un color marrón pardo. Se apoya sobre una base de copa de color grisáceo (Figura 3). Los frutos maduran en otoño, pero la caída de la bellota se puede retrasar hasta pleno invierno. Es comestible (Wikipedia, 2017)



Figura 5. Detalle del fruto de encina. Fuente: <http://www.agroterra.com/>

4. Distribución

La encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) es un árbol característico de la zona mediterránea, aunque se constata su presencia en prácticamente la totalidad de la península ibérica (Figura 6).

Se trata de la especie con mayor superficie boscosa, alrededor de 3 millones de hectáreas, esto es debido a que es capaz de crecer en todo tipo de suelos y desde nivel del mar hasta casi los 2000 metros de altura.

En la Comunidad Autónoma de Extremadura se encuentra muy extendido el cultivo de la encina en dehesas, como alimento de los cerdos o del ganado bravo que suele habitarlas, es por ello por lo que su presencia en ese lugar es muy destacable.

Los bosques de encinas o encinares se convierten en un hábitat idóneo para la fauna salvaje característica de las regiones mediterráneas, y esto hace que este tipo de bosques sean ideales para el establecimiento de cotos de caza o de reservas naturales (Wikipedia, 2017).



Figura 6. Mapa de distribución de *Quercus ilex* subsp. *Ballota*. Fuente: <http://botanicautil.com/>

5. Condicionantes climáticos y edáficos

La encina no es una especie muy exigente en cuanto a factores climáticos y edafológicos, ya que su origen se halla en las regiones mediterráneas, caracterizadas por poseer suelos secos y precipitaciones poco abundantes. Pueden tener una longevidad de hasta 800 años, encontrándose los valores comunes entre 700 y 750.

La precipitación anual requerida por la encina tiene que ser mayor que 450 mm, asegurando al menos una cantidad de entre 75-100 mm durante la época estival donde se necesita cubrir unas necesidades mínimas para poder sobrevivir. Soportan muy bien la escasez de agua y las situaciones extremas, incluso los incendios, ya que se observan rebrotes tras ellos.

Se adapta a todo tipo de suelos al ser un árbol muy robusto (salvo los muy arenosos o encharcados) y no se ve influenciado por factores como la pendiente o la orientación. Se desarrollan en un rango de altitud muy amplio, que oscila desde el propio nivel del mar hasta los 1300 m (Reyna, 2007).

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo VI: Características biológicas del hongo

ÍNDICE

1.	Introducción	2
1.1.	Aspectos generales	2
1.2.	Clasificación taxonómica	2
1.3.	Principales tipos de trufa	3
1.4.	Distribución	6
2.	Morfología.....	7
3.	Ciclo biológico	9
3.1.	Etapa vegetativa	9
3.1.1.	Germinación y micelio	9
3.1.2.	La micorrización	10
3.2.	Etapa de fructificación	11
3.2.1.	Formación de las trufas	11
3.2.2.	Fase saprofítica.....	12
3.2.3.	Desarrollo y nutrición del ascocarpo-trufa	12
3.2.4.	Diseminación de esporas	12
3.3.	Esquema general del ciclo biológico de la trufa.....	12
4.	Micorrizas	14
4.1.	Definición.....	14
4.2.	Morfología.....	14
4.3.	Tipos.....	16
4.4.	Beneficios de la relación simbiótica.....	18
5.	Condiciones de crecimiento	19
5.1.	Condiciones climáticas.....	19
5.2.	Condiciones edáficas.....	20
5.3.	Condiciones geológicas.....	22
5.4.	Condiciones topográficas	22
5.5.	Condiciones bióticas	23

1. Introducción

1.1. Aspectos generales

La trufa es el fruto de un hongo de desarrollo subterráneo de la clase Ascomycetos cuyo aparato vegetativo está formado por una red de filamentos, el micelio.

El hongo no puede sobrevivir de manera natural y necesita asociarse a las raíces más finas de ciertos árboles o arbustos como el Roble (*Quercus faginea*), el avellano (*Corylus avellana*) o la encina (*Quercus ilex*), entre otros, estableciendo lo que se conoce como relación simbiótica (Figura 1). Esta asociación o simbiosis entre la raíz de la especie leñosa y las hifas del hongo se denomina micorriza, y es beneficiosa para ambas partes ya que el hongo aporta nutrientes a la planta y a su vez se alimenta de las sustancias sintetizadas por la especie leñosa tales como azúcares (Wikipedia, 2017).

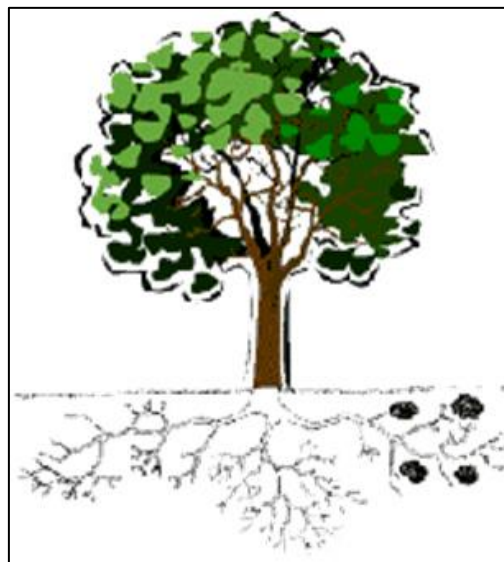


Figura 1. Esquema general de la interacción hongo-planta.

1.2. Clasificación taxonómica

- Reino: Fungi
- División: Ascomycota
- Clase: Ascomycetes
- Orden: Pezizales
- Familia: Tuberaceae

- Género: *Tuber*
- Especie: *Tuber melanosporum*

1.3. Principales tipos de trufa

En la naturaleza existen unas 70 especies de trufas, pero en base a su valor culinario y a su poder de comercialización se reducen a cuatro las especies de mayor interés: *Tuber melanosporum*, *Tuber aestivum*, *Tuber brumale* y *Tuber magnatum*.

- *Tuber melanosporum*

Conocida como “trufa negra de invierno” o “trufa de Périgord”, es la trufa que mayor repercusión económica posee, pudiendo alcanzar un precio de venta de hasta 1.000 €/kg. En términos productivos representa el 50% de la producción mundial.

Se presenta como una trufa de color negro con matices rojizos, un aspecto rugoso, aroma muy intenso y un tono interior negro-violáceo con una fuerte venación blanca (Figura 2).

Crece asociada a especies leñosas como las encinas o el avellano, en terrenos calizos, bien estructurados y con buen drenaje. Se desarrolla correctamente en terrenos situados en altitudes entre 200 y 1400 m, con regímenes pluviométricos anuales de entre 425 y 900 mm. El clima ideal es suave con estaciones marcadas, provocando la maduración de las trufas entre los meses de diciembre y marzo (Truffeculture, 2016).



Figura 2. Apariencia de *Tuber melanosporum*. Fuente: <http://www.trufflefrance.com/>

- *Tuber aestivum*

Conocida como “trufa de verano”, se trata de una trufa ampliamente distribuida por la geografía española y con un valor seis veces menor que la trufa negra de invierno (50-100 €/kg).

Morfológicamente se diferencia de la trufa negra en que no posee tonos rojizos en su exterior, su interior es marrón claro con venación blanca y su rugosidad es más pronunciada (Figura 3). Asimismo, posee un olor menos intenso que el de la trufa negra y un sabor más dulce, evocando al gusto de los frutos secos.

Establece relación simbiótica con mucha cantidad de árboles (chopo, pino, encina...) y su época de producción se extiende desde mayo hasta septiembre. Por este motivo hay muchos truficultores que diseñan su plantación con inóculo de trufa negra invierno y trufa de verano, pues al ser dos especies distintas permiten obtener producciones durante todo el año, aumentando el beneficio económico en algunos casos.

Se desarrolla en hábitats similares a los de la trufa negra de invierno, aunque su potencial de adaptación a suelos compactos, arcillosos y poco permeables es mayor. Los quemados que forma alrededor de la especie leñosa son más marcados. Su profundidad de crecimiento es menor que la de la trufa negra, por lo que pueden aparecer unas pequeñas formaciones en el suelo que delatan su presencia (Truffeculture, 2016).



Figura 3. Apariencia de *Tuber aestivum*. Fuente: <http://www.trufflefrance.com/>

- *Tuber brumale*

Conocida como “trufa de invierno”, es muy parecida a la trufa negra ya que madura en la misma época y ocupa hábitats parecidos, aunque tiende a desarrollarse en ambientes más húmedos y a asociarse con avellanos y tilos. Su precio es 4 veces menor que el de la trufa negra de invierno.

Su exterior es de un color negro-violáceo, su interior grisáceo con venación gruesa blanca y su rugosidad exterior está menos marcada (Figura 4). Su aroma es menos pronunciado que el de la trufa negra de invierno y muy variable.

Se desarrolla en hábitats parecidos a la trufa negra, aunque es menos sensible a los periodos de sequía. Algunas subespecies son consideradas una plaga contaminante y si aparecen en otra plantación son eliminadas rápidamente (Truffeculture, 2016).



Figura 4. Apariencia de *Tuber brumale*. Fuente: <http://www.andareatartufi.com/>

- ***Tuber magnatum***

Conocida como “trufa blanca de alba”, es una trufa que tiene la peculiaridad de crecer solamente de forma silvestre y en unas regiones concretas de Italia y Croacia. Esta noción de escasez y dificultad en su cultivo hace que sea la trufa más cara del mundo, con precios que rondan los 3.000 €/kg.

Su exterior es de un color blanquecino-amarillento y liso, mientras que su interior posee un color marrón-rojizo con un suave veteado blanco (Figura 5). Su olor es agradable, volátil y su intensidad depende del tipo de especie leñosa con la que establece la simbiosis. Algunos especialistas en gastronomía han determinado que las mejores propiedades organolépticas se obtienen cuando la simbiosis se establece con el tilo.

Se desarrolla en suelos arcillosos situados entre 200 y 600 m de altitud y que están próximos a un curso de agua. Su temporada de recolección es muy breve, extendiéndose solamente desde finales de septiembre a finales de noviembre. Tras la recolección es importante una buena conservación y un uso rápido, pues es un producto delicado y pierde sus cualidades en un tiempo breve (Truffeculture, 2016).



Figura 5. Apariencia de *Tuber magnatum*. Fuente: <http://www.jimmytartufi.it/>

1.4. Distribución

La producción de trufa en el mundo está limitada a las zonas en las que se da el clima propicio para ello y las condiciones de suelo necesarias, generalmente toda la cuenca mediterránea de Europa.

Últimamente también el contenido asiático ha irrumpido en el mercado de la trufa con un producto de mucha menor calidad que puede llevar a confusiones a la hora de la compra por alguien inexperto, es la conocida como *Tuber indicum*.

En España se poseen alrededor de 10.000 hectáreas dedicadas a la truficultura (Figura 6) repartidas a diferentes niveles entre las denominadas “regiones truferas” ubicadas en las siguientes provincias: Álava, Albacete, Barcelona, Burgos, Castellón, Cuenca, Gerona, Granada, Guadalajara, Huesca, Jaén, La Rioja, Lérida, Navarra, Segovia, Soria, Tarragona, Teruel y Valencia (Reyna, 2007).



Figura 6. Zonas de España dedicadas a la truficultura. Fuente: <http://www.consultatodo.com/>

En España existen 27 viveros productores de planta micorrizada con producciones de más de 200.000 plantas en algunos casos, lo que aumenta aún más la aptitud del país para ser un referente en el ámbito de la truficultura (Figura 7).



Figura 7. Viveros de planta micorrizada en España. Fuente: <https://trufflefarming.wordpress.com/>

2. Morfología

El hongo está formado por un micelio, un cuerpo de fructificación y las ascas, conteniendo entre dos y seis esporas en su interior. La morfología de las micorrizas se describirá detalladamente en el siguiente apartado.

La trufa es el cuerpo de fructificación del hongo y posee un aspecto y un tamaño dependiente de la época del año en la que se forme. El peso medio está entre 20 y 200 g y su tamaño medio entre 3 y 6 cm.

Se presenta como un cuerpo de aspecto globoso, tacto áspero e irregular. Posee un color negro oscuro intenso pero que varía en función de la estación: en primavera es de color violáceo, en verano pardo oscuro y en otoño se vuelve marrón negruzco antes de adquirir su color final (Figura 8) (Consultatodo, 2017).



Figura 8. Aspecto general de una trufa. Fuente: <http://www.consultatodo.com/>

En cuanto al análisis morfológico del cuerpo fructífero se distinguen las siguientes partes:

- Peridio: es la parte más externa de la trufa, formada por pequeñas verrugas piramidales de color negro. Estas abultaciones de 3-4 mm son bajas, con 4-6 caras de geometría poligonal, algo hundidas, pero muy visibles al realizar la limpieza de la trufa (Figura 9) (Consultatodo, 2017).



Figura 9. Detalle del peridio de una trufa. Fuente: <http://www.casaubierto.com/>

- Gleba: es la parte interna de la trufa, que cuando está madura adquiere una tonalidad negra-violácea recorrida por una venación de color blanquecino (Figura 10). En ella se encuentran las esporas (Consultatodo, 2017).



Figura 10. Detalle de la gleba de una trufa. Fuente: <https://felixmaocho.wordpress.com/>

3. Ciclo biológico

A lo largo de su ciclo de vida la trufa atraviesa diversas fases comprendidas entre dos tipos de etapas distintas:

- Etapa vegetativa: comprende desde la germinación de las esporas del hongo hasta la fase de fructificación, atravesando por una fase miceliar rápida y una fase micorrícica muy dilatada.
- Etapa reproductora: comprende la fase de fructificación que finaliza con la producción de la propia trufa.

3.1. Etapa vegetativa

3.1.1. Germinación y micelio

Las esporas de trufa una vez liberadas de las ascas alcanzan el suelo y son lavadas por la lluvia para eliminar los inhibidores germinativos. Cuando se dan las condiciones de humedad y temperatura adecuadas características de la primavera se produce la germinación de las esporas, formándose un hilo fino de micelio que se ramifica de manera rápida (Figura 11).



Figura 11. Germinación de las esporas de trufa. Fuente: (Reyna, 2007)

El micelio se desarrolla y debe entrar en contacto con las raíces en un periodo breve de tiempo para establecer una buena simbiosis. Diversos estudios afirman que la raíz juega un papel importante a la hora de atraer al micelio hacia ella ya que liberan unos exudados estimulantes (Reyna, 2007).

3.1.2. La micorrización

El micelio trata de buscar rápidamente las raíces para causar su infección ya que si se le agotan las reservas que poseía la espora morirá.

Cuando se produce el contacto del hongo con la raíz se producen un conjunto de transformaciones de carácter morfológico y funcional que llevan a la formación de la micorriza, en este caso ectomicorriza. Al poseer un carácter externo, el hongo no penetra el interior de las células, por lo que se establecen superficies de contacto para realizar los intercambios simbióticos.

Esta infección primaria se sigue propagando gracias a las hifas que salen del manto y siguen colonizando nuevas raicillas. Esta fase de nuevas colonizaciones se denomina infección secundaria, y se extiende conforme el árbol crece, ya que van surgiendo nuevas raicillas susceptibles de ser colonizadas. Si los crecimientos son abundantes y concentrados se pueden formar glómérulos, que consisten en una aglomeración de micorrizas cuya cuantificación es imposible. Es un hecho que se da sobre todo en el momento de la fructificación.

Las fases de infección se ven aceleradas a final de la primavera y a finales de otoño. El periodo de vida de las micorrizas es muy reducido, pero al morir conservan en su interior una capa de hifas vivas que se encarga de colonizar el resto de raíces.

Por tanto, las micorrizas se encargan de preparar el lugar en el cual se producirán las trufas denominado quemado. Se corresponde con un área alrededor del árbol (Figura 12)

en el cual el hongo libera sustancias con carácter fitotóxico, que no permite el desarrollo de la vegetación que pueda establecer relaciones de competencia por nutrientes y agua en las fases de fructificación (Reyna, 2007).



Figura 12. Quemado alrededor del árbol trufero. Fuente: <http://www.trufasdelsenorio.com/>

3.2. Etapa de fructificación

3.2.1. Formación de las trufas

La infección avanza y cuando llega a una cantidad de biomasa crítica a partir de la cual puede darse la fructificación si las condiciones son las adecuadas. Generalmente esto sucede tras 5 o 10 años de haber realizado la plantación. Es la sucesión de los ciclos anuales de micorrización, las condiciones climáticas y la evolución del entorno el conjunto de factores que marca realmente la entrada en producción.

Durante la primavera se da la especialización y agrupamiento de los filamentos del micelio y dan lugar a un primordio de trufa. Se cree que esto se da por un proceso sexual de fusión células gaméticas. Estos primordios deben ser capaces de sobrevivir a las temperaturas cálidas del verano y a posibles periodos de sequía para poder evolucionar más adelante a trufas maduras (Reyna, 2007).

3.2.2. Fase saprofítica

Se considera que *T. melanosporum* puede tener una fase saprofítica en la que se puede dar un desarrollo sin establecer contacto con el árbol. Se da en verano y en ella el carpóforo se independiza de las micorrizas y vive alimentándose de los componentes orgánicos del suelo. Se produce un engrosamiento de la trufa muy ligado a la cantidad de precipitaciones (Reyna, 2007).

3.2.3. Desarrollo y nutrición del ascocarpo-trufa

Dos aspectos fundamentales del desarrollo de la trufa son la protección de los periodos de escasez de agua veraniegos y la nutrición necesaria para su crecimiento.

La trufa se desarrolla de manera gradual por lo que se ve expuesta a una importante cantidad de periodos críticos como la sequía o las altas temperaturas, por ello es importante una buena protección. La propia trufa desarrolla mecanismos para hacer frente a estos periodos como el desarrollo de un peridio grueso y verrugos para evitar la desecación.

A medida que la trufa se desarrolla, surgen un conjunto de hifas en las verrugas del peridio que se encargan de la nutrición saprofita del ascocarpo. El tipo de sustancias que son captadas está determinado por la microfauna que habita en la rizosfera ya que la degradan a distintos niveles las moléculas orgánicas.

El conjunto de estos dos factores es el que determinara el crecimiento en grosor de las trufas y el grado de madurez alcanzado. Este proceso de maduración tarda en torno a 8 meses, o más en caso de que hubiese habido una parada de crecimiento de los primordios debido a las condiciones climáticas seguida de una entrada en producción (Reyna, 2007).

3.2.4. Diseminación de esporas

Cuando la trufa alcanza el grado de madurez final, las esporas son viables para germinar y son liberadas. La emisión de un olor intenso por parte de la trufa es la que provoca la atracción de vertebrados (jabalí, zorros, roedores...), insectos como la mosca de la trufa (*Helomyza tuberivora*) y otros invertebrados.

Estos son los encargados de la diseminación de las esporas de la trufa a otros medios, ya que sin ellos la trufa no sería capaz de liberar sus esporas al exterior (Reyna, 2007).

3.3. Esquema general del ciclo biológico de la trufa

A continuación, se muestra un esquema general del ciclo biológico de la trufa con detalle (Figura 13), en el que se muestran las diferentes épocas del año y la evolución del hospedador y el hongo:

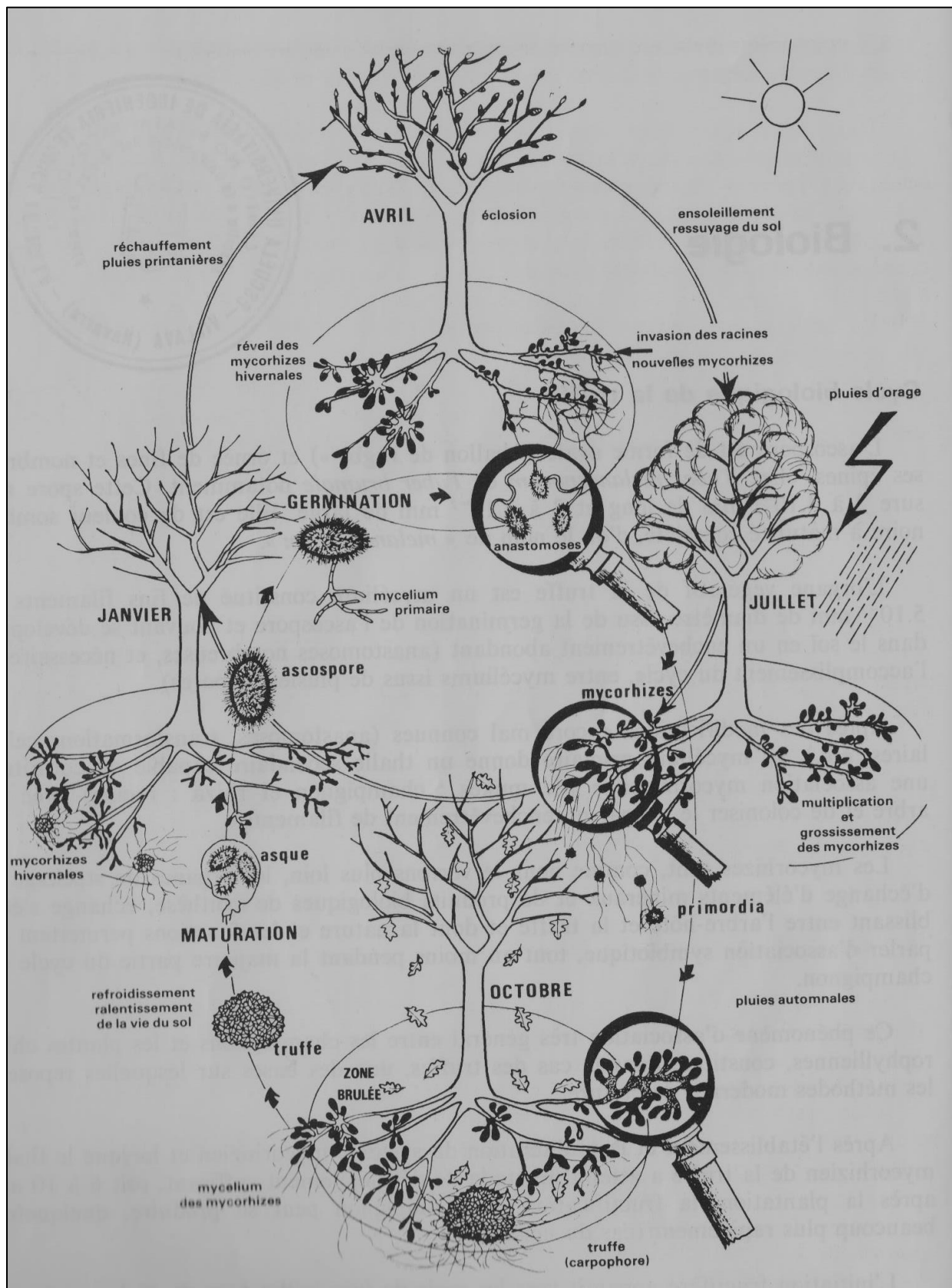


Figura 13. Ciclo biológico de la trufa. Fuente: (Delmas, 1983)

4. Micorrizas

4.1. Definición

Una micorriza es una simbiosis que se establece entre un hongo y la raíz de una especie leñosa (Figura 14), provocando en la mayoría de los casos efectos beneficiosos para ambos. Generalmente se producen por la acción de hongos que no son capaces de realizar la fotosíntesis y necesitan materia orgánica procedente de otros seres vivos.



Figura 14. Relación simbiótica entre raíces y hongos del suelo. Fuente: <http://fernandosantamaria.com/>

La gran mayoría de las plantas verdes establecen simbiosis en condiciones naturales, solamente algunas plantas de la familia de las Crucíferas o las Urticáceas no llegan a desarrollar este tipo de asociaciones (De Miguel et al, 2008).

4.2. Morfología

La morfología de las micorrizas es igual a pesar del simbionte con el que se realice la unión, por lo que las micorrizas de las trufas podrán ser identificables en todos los casos de especies leñosas de manera única siguiendo los mismos criterios.

Las micorrizas de la trufa poseen un tamaño variable que oscila entre los 2-3 mm de longitud y un color que experimenta una gran variación a lo largo de su ciclo: desde un beige en su etapa juvenil hasta un color más oscurecido o ennegrecido en la etapa de senescencia (Figura 15).

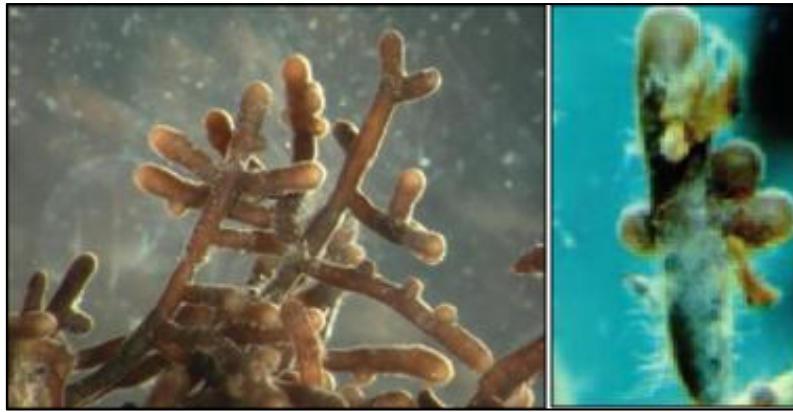


Figura 15. Micorrizas juveniles y adultas. Fuente: (Reyna, 2007).

La apariencia externa es distinta para cada tipo de micorriza, aunque suelen estar rodeadas de una abundante cantidad de hifas que exploran el suelo. Poseen un rápido alargamiento y diferenciación. La cantidad de micorrizas es distinta dependiendo del sistema radical de la especie leñosa con la que establece la simbiosis: la encina produce pocas raíces de pequeño tamaño, mientras que el avellano las produce de forma numerosa (Figura 16).

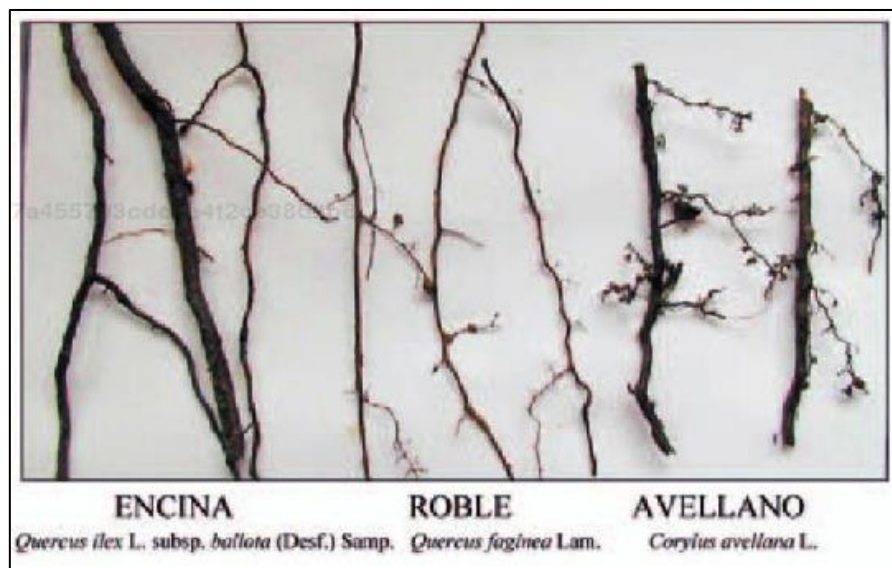


Figura 16. Diferencia entre los sistemas radicales de 3 especies trufas. Fuente: (De Miguel et al, 2008).

También pueden existir glomérulos en las micorrizas (Figura 17), que son concentraciones de las mismas que ayudan a la exploración del suelo y a mantener la relación del suelo con la micorriza. También mejoran el drenaje de la micorriza y la absorción de solutos, promoviendo también su migración, junto con el agua, a lo largo de la micorriza (De Miguel et al, 2008).



Figura 17. Glomérulos en micorrizas en encina. Fuente: (De Miguel et al, 2008).

4.3. Tipos

Las micorrizas se dividen en varios tipos diferentes en función del grado de penetración del hongo en la raíz (Reyna, 2007):

- Micorrizas endotróficas o endomicorrizas: el micelio se encuentra en el interior de las células de la raíz y solo se puede observar mediante microscopio (Figura 18). Pertenecen a este grupo las endomicorrizas ericoides, orquidoises y las arbusculares o AM. Estas últimas las forman en 80-90 % de los vegetales como las plantas agrícolas o las destinadas a forraje.

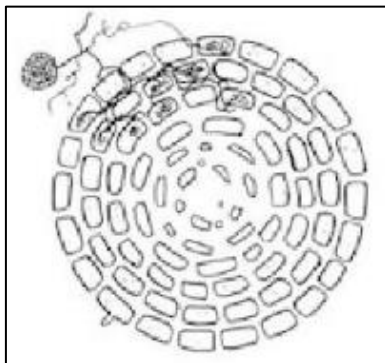


Figura 18. Esquema general de una endomicorriza. Fuente: (Reyna, 2007).

- Micorrizas ectotróficas o ectomicorrizas: es el tipo más habitual existente en los terrenos forestales y la micorriza característica de la trufa. El hongo forma una capa alrededor de la raicilla y penetra en la primera capa de células constituyendo la red de Hartig (Figura 19). Solamente las forman el 3-5% de los vegetales.

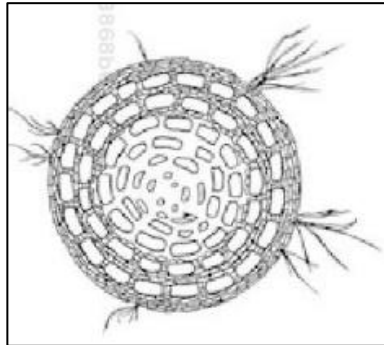


Figura 19. Esquema general de una ectomicorriza. Fuente: (Reyna, 2007).

Esta asociación se produce en las raíces más finas de unos 2-3 mm de longitud y 0,3 mm de grosor. El manto provocado por el hongo engrosa ligeramente a las raicillas e induce la división de la cabellera radical adquiriendo un aspecto coraloide. Por tanto, el manto constituye un elemento estructural de la micorriza.

Otro elemento estructural es la red de *Hartig*, formada por las hifas del manto que han penetrado en la raicilla (Figura 20). Por tanto, en este caso el hongo no penetra en el interior de la célula sino en los tabiques que las separan.

Como último elemento estructural están las espínulas, hifas del exterior del manto que se extienden por el perfil del suelo y de forma y tamaño variable.

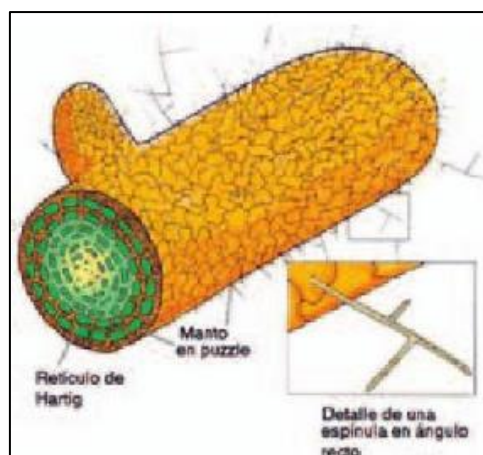


Figura 20. Esquema general de la Red de Hartig. Fuente: (Reyna, 2007).

- Micorrizas ectendotróficas o ectendomicorrizas. Se trata de una combinación de los dos tipos anteriores ya que forman manto, red de Hartig y se desarrollan de forma intracelular (Figura 21).

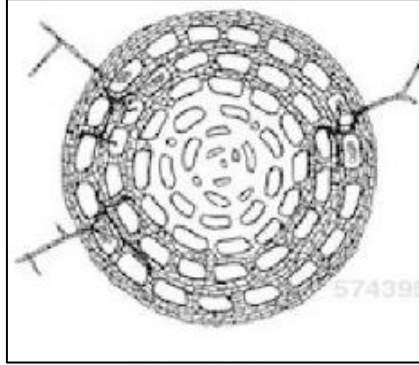


Figura 21. Esquema general de una ectendomicorriza. Fuente: (Reyna, 2007).

4.4. Beneficios de la relación simbiótica

Las micorrizas desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas forestales y, a la vez que se aprovechan de las especies leñosas, les otorgan beneficios. Algunos de los más destacados son los siguientes (De Miguel et al, 2008):

- Aumento de la capacidad de absorción de nutrientes al incrementar la superficie de contacto e intercambio de la raíz con el suelo.
- Ampliación del sistema radical gracias al micelio que se extiende por el suelo y que es capaz de transportar al árbol las sustancias simples absorbidas para mejorar el nivel de asimilación de macronutrientes como el nitrógeno, el fosforo o el potasio.
- Aumento de la competitividad para la absorción de agua del suelo frente a otras plantas.
- Mayor tolerancia a situaciones críticas como la sequía o el ataque de plagas.
- Mejor adaptación a suelos con características menos deseables.
- Mejor aptitud para el trasplante al crear un sistema radicular muy dividido.
- Mejora de la estructura del suelo, aumentando notablemente su porosidad.

A su vez, el hongo también obtiene beneficios de la planta leñosa como:

- Los azúcares producidos por el árbol pasan a las raíces para que puedan ser absorbidos por el hongo

- La micorriza constituye el medio de supervivencia básico del hongo en el suelo.

5. Condiciones de crecimiento

5.1. Condiciones climáticas

El clima influye de manera decisiva en la producción de trufa, siendo el clima ideal que posee una fuerte estacionalidad y un periodo de aridez estival corto interrumpido por episodios fuertes de lluvia. Los factores más importantes de carácter climático son los siguientes (Bonet et al, 2008):

Precipitación

Uno de los aspectos claves para el correcto desarrollo del hongo es la disponibilidad de agua, sobre todo durante la época estival al existir mayor cantidad de riesgo de desecación.

La cantidad de lluvia anual óptima para asegurar el abastecimiento de las trufas se encuentra entre los 485 y los 1.500 mm, siendo obligatoria la existencia de una cantidad mínima en verano de unos 75 mm. Si se plantease una plantación destinada a la truficultura en un terreno árido en el que no se da esa cantidad mencionada de lluvia, sería de carácter obligado la instalación de un sistema de riego adecuado para que supla ese déficit hídrico existente. Asimismo, en plantaciones en las que si se da la cantidad de agua óptima también se puede instalar un sistema de riego para aportar las cantidades de agua necesario en caso de periodos de sequía no esperados, evitando riesgos.

Temperatura

La estacionalidad en las zonas donde se plantea el cultivo de la trufa debe ser pronunciada. Las condiciones ideales serían una primavera templada, un verano caluroso (dentro de unos límites), un otoño sin heladas tempranas (buen desarrollo de carpóforos) y un invierno sin frío extremo.

A pesar de que existen unas condiciones ideales para la truficultura, la trufa tiene un gran poder de adaptación tanto a las altas como a las bajas temperaturas. Este potencial de adaptación puede ser aumentado gracias al uso de acolchados en la plantación u otros elementos que eviten la pérdida del calor y de la humedad.

5.2. Condiciones edáficas

El suelo también juega un papel importante en la truficultura, ya que un suelo ácido, por ejemplo, imposibilitaría directamente la realización del cultivo. Los principales condicionantes ligados al suelo son los siguientes (Bonet et al, 2008):

Pedregosidad

Al contrario de lo que sucede con otros cultivos como los hortícolas, en este caso la pedregosidad adquiere una connotación positiva, ya que es sinónimo de un buen drenaje y aireación del suelo. A pesar de ello, el suelo no puede contener un grado extremo de pedregosidad porque podría interferir en el propio crecimiento de las trufas negativamente. El grado de pedregosidad no debe sobrepasar el porcentaje de arena fina a no ser que exista una gran cantidad de lluvia en esa zona.

La pedregosidad en superficie también tiene interés ya que evita la compactación y erosión del suelo, la pérdida de humedad en la época estival y puede regular la temperatura en la superficie.

pH

Es uno de los grandes condicionantes en el cultivo de la trufa. Es indispensable que el suelo posea un pH básico, nunca menor de 7,5 ni mayor de 9.

Si existe el deseo de realizar una plantación trufera en un terreno con suelo ácido es fundamental realizar una enmienda para aumentar fuertemente el pH hasta los valores comentados.

Calcio

Debido a que se requiere un suelo calizo para la plantación de trufa, la presencia de carbonato cálcico es fundamental. Si éste no se encontrase en el suelo o lo hiciese, pero en cantidades despreciables, se puede dar un efecto compensatorio si existe en una abundancia relevante en la roca madre. Su concentración debe superar el 1% y puede llegar hasta el 90%.

Textura

La ideal es una textura franca. Los suelos arenosos tienen una capacidad de retención de agua baja y los suelos arcillosos son muy susceptibles a la compactación, sobre todo si se utiliza maquinaria pesada en la parcela. Sí que pueden existir cantidades relativamente elevadas de arcillas o arenas, que harían

que el suelo franco tienda a ser franco-arcilloso o franco-arenoso, respectivamente, pero nunca de ser la fracción predominante.

Materia orgánica

Es un elemento con un papel fundamental en los suelos ya que se encarga de mantener la estructura, aumentar la porosidad, la capacidad de intercambio catiónico del complejo del suelo y estimular la actividad biológica.

El micelio del hongo va a jugar un papel importante en el contenido de materia orgánica del suelo ya que la transforma y humifica, consiguiendo que el nivel de materia orgánica estable o humificada sea mayor que el de materia orgánica libre.

La cantidad de materia orgánica en los suelos destinados al cultivo de trufa puede oscilar fuertemente entre 0,16% y 35,40%, siendo el rango óptimo entre 1,5% y 8%.

Macronutrientes

El nitrógeno, el fósforo y el potasio son elementos fundamentales para el desarrollo de los cultivos. En este caso no juegan un papel tan importante porque en la truficultura no se necesita su aporte, sino que con las cantidades que poseen todos los suelos es suficiente para el correcto desarrollo del árbol y del hongo.

Los problemas existen cuando se aportan abonos al campo y las concentraciones de macronutrientes aumentan, ya que esto provoca que el árbol pueda absorber los elementos sin ayuda del hongo y por tanto no se tenga necesidad de formar micorrizas, lo que conlleva a la muerte del hongo.

Los valores óptimos de nitrógeno en el suelo oscilan entre 0,05% y 0,52%, los del fósforo entre 0,1% y 0,3%, y los de potasio entre 0,01% y 0,03%.

Relación entre carbono y nitrógeno

Indica el grado de mineralización del suelo y el nivel de actividad biológica. El rango recomendado para el cultivo de la trufa está entre 8 y 15.

Estructura

Representa la forma en la que están dispuestas las partículas del suelo junto con los espacios porosos. La estructura debe proporcionar una buena aireación y circulación de agua, así como asegurar la facilidad de expansión de las raicillas

del árbol. Este tipo de estructura apropiada para truficultura es denominada granular.

5.3. Condiciones geológicas

Los suelos más favorables para la práctica de la truficultura son los del Mesozoico, ya que en ellos abundan los minerales calizos y las margas, y no se da la presencia de arcillas plásticas.

También son aptos los formados en la era Cuaternaria en los que dominan las deposiciones de aluviones de las redes fluviales, y que poseen buenas características en términos de drenaje, minerales calizos y unión de los agregados (Bonet et al, 2008).

5.4. Condiciones topográficas

La geografía puede tener influencia en las aptitudes de la zona para la producción de trufa, pero dicha influencia no afecta de manera directa, sino que está ligada al clima del lugar. Los principales condicionantes de tipo topográfico son los siguientes (Bonet et al, 2008):

Altitud

Es un factor que va muy ligado a la orientación y la latitud. Se ha constatado la presencia de truferas silvestres tanto a nivel del mar (Francia) como a 1.800 m. Generalmente las truferas están ubicadas en torno a los 600-1.200 m.

Orientación

Este factor va a depender nuevamente de otros como la altitud, la latitud y la exposición a los vientos dominantes.

Hay una gran preferencia por la orientación sur porque asegura una gran iluminación de la trufera, pero en sitios como Valencia se opta por la orientación norte porque a veces el exceso de iluminación en estas zonas puede conllevar a efectos nefastos para la plantación. Generalmente a cotas de terreno elevadas se opta por la orientación sur.

Pendiente

Las truferas se suelen establecer en zonas con pendientes moderadas menores que el 15%. No se debe disponer la plantación en terrenos con pendiente nula por los altos riesgos de encharcamiento y sus consecuencias letales para el hongo.

5.5. Condiciones bióticas

Es importante conocer el cultivo predecesor a la plantación trufera ya que afectará a la evolución de la misma. Los resultados son buenos cuando los antecedentes son cereales o forrajeros, principalmente, pero también los frutales y la viña.

No es conveniente establecer la plantación en parcelas que estaban ocupadas anteriormente por cultivos leñosos ya que pueden contener las raíces contaminadas con hongos patógenos como *Armillaria spp*, por lo que sería necesaria una “limpieza” del suelo mediante el cultivo de cereales durante un año o más (Bonet et al, 2008).

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquía

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo VII: Plagas y enfermedades del cultivo principal

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Daños por la acción de insectos	2
2.1. Palomilla de la encina	2
2.2. Culebrilla del corcho	4
2.3. Lagarta peluda	5
2.4. Capricornio mayor de las encinas	7
2.5. Escarabajo de la trufa	9
2.6. Mosca de la trufa	10
3. Enfermedades fúngicas	10
3.1. Podredumbre radical de la encina	11
3.2. El chancro del tronco de la encina.....	12
4. Daños por la fauna salvaje	14
5. Competencia con otros hongos micorrízicos.....	14

1. Introducción

En el presente anejo se detallan los posibles problemas que se pueden dar en la plantación por la acción de insectos, hongos y demás agentes que causan un daño moderado o severo.

La mayoría de los agentes perturbadores no afectan directamente al producto buscado (la trufa) sino que su acción se encamina a la especie leñosa. Generalmente no se suelen dar situaciones de ataque de mucha importancia, aunque si existen algunos casos en los que si no se frena la evolución del daño las consecuencias pueden ser nefastas.

El control se debe realizar utilizando la menor cantidad posible de productos químicos ya que puede influir directamente sobre el rendimiento y la calidad de la plantación. Por lo tanto, las aplicaciones de fitosanitarios se realizarán una vez que se haya diagnosticado un grado de ataque a tener en cuenta (Reyna, 2007).

Los principales problemas que sufren las plantaciones truferas en este aspecto están ligados a la acción de insectos, la proliferación de hongos infecciosos, el ataque de la fauna salvaje o la competencia causada por las plantas silvestres y otros micelios que establecen micorrizas.

2. Daños por la acción de insectos

2.1. Palomilla de la encina

- Nombre científico: *Tortrix viridiana*.
- Orden: Lepidoptera.
- Morfología:

El adulto es de color verde con las alas posteriores, abdomen y patas de color grisáceo, con las antenas filiformes y la espiritrompa poco desarrollada. La longitud de su cuerpo es de 8 mm. No posee dimorfismo sexual. (Figura 1).



Figura 1. Adulto de *Tortrix viridiana*. Fuente: <https://es.wikipedia.org/>

Los huevos poseen una forma prismática-alargada, con sus extremos más redondeados y con una tonalidad amarillenta.

La larva mide unos 2 mm y atraviesa 5 estadios diferentes hasta alcanzar los 18 mm de longitud. Posee una coloración verdosa con espiráculos de color ocre pálido y unas patas de color negro pardo (Figura 2).



Figura 2. Larva de *Tortrix viridiana*. Fuente: <http://idtools.org/>

La pupa es de color marrón y mide unos 10 mm de longitud. Su color va evolucionando hacia tonalidades más oscuras con el paso del tiempo.

- Ciclo biológico: los adultos emergen cuando las temperaturas son cálidas en el comienzo de la primavera, volando durante la noche. Poseen una vida corta, de entre 5 y 7 días.

Cada hembra deposita entre 37 y 72 huevos y permanecen en ese estado durante el verano, el otoño y el invierno, hasta el mes de marzo del año siguiente. La larva emerge y atraviesa 5 estadios durante los cuales su nivel de voracidad aumenta. Este desarrollo toma unos 20-45 días. En este momento la larva forma la pupa, que tarda un mes hasta que emerge el adulto.

- Distribución: está ampliamente extendida por el norte de África, Asia menor, Irán y casi todos los países de Europa, fundamentalmente en las zonas ocupadas por encinas.
- Daño: la larva destruye los brotes, evitando la formación de la flor y del fruto. Esto provoca graves pérdidas económicas.
- Métodos de control: está extendido el uso de insecticidas organofosforados, piretroides y carbamatos para el control de la larva en sus estadios más tempranos. También tiene eficacia la aplicación de *Bacillus thuringiensis* (Soria et al, 1990).

2.2. Culebrilla del corcho

- Nombre científico: *Coroebus undatus*.
- Orden: Coleoptera.
- Morfología:

El adulto es de color verde bronceado, alargado, con forma elíptica, con manchas de color azul en su parte media y bandas transversales de color verde-plateado. Posee antenas de pocos milímetros con 11 artejos (Figura 3).



Figura 3. Adulto de *Coroebus undatus*. Fuente: <http://mittic.cenits.es/>

Los huevos se ponen de forma aislada y poseen una forma esférica y un color blanco verdoso.

La larva mide unos 35 mm de longitud y es de color amarillento, con dos pinzas convergentes con tres dientes en el extremo de color más oscuro. La cabeza está parcialmente dentro del tórax (Figura 4).



Figura 4. Larva de *Coroebus undatus*. Fuente: <https://bichosymasvlc.blogspot.com.es/>

La pupa es de color blanquecino, con los ojos oscuros.

- Ciclo biológico: los adultos emergen en los meses de mayo y junio. Viven unos 20 días, en los que permanecen ocultos en la cola de los árboles o las grietas de la corteza.

La puesta se realiza de forma aislada en las grietas más profundas de la corteza. Tras 10 días emergen las larvas y penetran el corcho hasta llegar a la capa generatriz donde realizan galerías por un periodo de hasta dos años.

En la primavera del último año la larva crea una cámara de pupación cerca del exterior, donde la pupa quedará protegida del frío.

- Distribución: está ampliamente extendido por las regiones europeas donde abundan los encinares.
- Daño: las larvas crean galerías en las proximidades de la capa generatriz del corcho, afectando gravemente a la corteza, disminuyendo su calidad y obligando a destinarla a trituración. Además, se facilita la entrada de hongos y otros insectos por las heridas.
- Métodos de control: los tratamientos químicos resultan poco efectivos ya que la larva está protegida por el corcho.

Se utilizan trampas cromáticas con el fin de reducir la población de adultos.

Hay que realizar un buen descortezado para exponer a las larvas al aire y provocar su muerte (Cadahia et al, 2001).

2.3. Lagarta peluda

- Nombre científico: *Lymantria dispar*.
- Orden: Lepidoptera.
- Morfología:

La hembra adulta posee un cuerpo grande rodeado de pelillos de color anaranjado, posee un abdomen abultado que le impide volar, a pesar de tener unas alas blanquecinas con manchas negras perfectamente desarrolladas.

Sus patas son negras y están recubiertas de pelillos blanquecinos (Figura 5).



Figura 5. Adulto hembra de *Lymantria dispar*. Fuente: <http://web.bioucm.es/>

El macho adulto posee un tamaño menor. Tiene las antenas bipectinadas, en forma de pluma, las alas de color parduzco con manchas en forma de zigzag más abundantes. Sus patas son de color grisáceo y están recubiertas de pelillos de color gris (Figura 6).



Figura 6. Adulto macho de *Lymantria dispar*. Fuente: <http://web.bioucm.es/>

Los huevos tienen forma ovalada, con aspecto aterciopelado y color anaranjado.

La larva hembra pasa por seis estadios mientras que el macho pasa por cinco. En dichos estadios la longitud de la larva pasa de 3 mm a 45-70 mm. En el primer estadio las larvas son negras con largos pelos, en el segundo estadio son de tono marrón con pelos cortos y en el tercer estadio ya evoluciona hacia un color negruzco con largos pelos. La cabeza es jaspeada de color tostado y negro, con dos manchas negras frontales (Figura 7).



Figura 7. Larva de *Lymantria dispar*. Fuente: <https://www.ukmoths.org.uk/>

La pupa evoluciona de color amarillento hacia una tonalidad marrón-rojiza.

- Ciclo biológico: se trata de un ciclo univoltino (una sola generación anual).

En abril surgen las larvas y atraviesan sus estadios desde el primero en el cual están prácticamente inmóviles hasta los sucesivos en los que migra hacia la parte alta de la copa, comenzando su fase de alimentación. A partir de ahí se desplazan por el árbol colgando de largos hilos de seda. Esta fase larvaria dura unos dos meses y después se forma la pupa alrededor del mes de junio y dura entre 10-15 días. Tras esto surgen los adultos, que viven unos 5 días.

- Distribución: ampliamente distribuida por el centro y sur de Europa, Asia y el norte de África.
- Daño: son producidos por la alimentación de las larvas, llegando a consumir hojas enteras en sus últimos estadios, pudiendo llegar a una defoliación total. También ataca a los brotes impidiendo la formación posterior de flores y frutos.
- Métodos de control: es importante realizar un buen seguimiento de la plantación con trampas de feromonas. Se suelen emplear productos a base de *Bacillus thuringiensis* e inhibidores de la síntesis de quitina aplicados de forma aérea durante los primeros estadios larvario (Toimil, 1998).

2.4. Capricornio mayor de las encinas

- Nombre científico: *Cerambyx cerdo*.
- Orden: Coleoptera.
- Morfología:

El adulto es de gran tamaño (mayor tamaño de las hembras respecto al macho), negro casi en su totalidad excepto en sus élitros de color vino oscuro. Está provisto

de mandíbulas, antenas largas con once artejos y un brillante pronoto marcado con estrías transversales (Figura 8).



Figura 8. Adulto de *Cerambyx cerdo*. Fuente: <http://blogueiros.axena.org/>

La larva es segmentada, alargada y con una coloración amarillenta con puntos marrones a lo largo del cuerpo. Su cabeza esta provista de mandíbula (Figura 9).



Figura 9. Larva de *Cerambyx cerdo*. Fuente: <http://barresfotonatura.com/>

La pupa es oval y de color amarillenta evolucionando a más oscuro a lo largo de su desarrollo.

- Ciclo biológico: las larvas se desarrollan en la madera y poseen un desarrollo holometabólico típico de su orden. Su longevidad es de entre 3-4 años hasta que acumula las suficientes reservas para transformarse a adulto.

La pupación se produce en verano y el adulto no emerge al exterior hasta el verano siguiente. Los adultos tienen hábitos nocturnos y una longevidad de unos pocos

días, ya que solamente se suelen alimentar de la savia que rezuma de las heridas de los árboles.

- Distribución: está presente en el norte de África, toda la región mediterránea y Asia.
- Daño: las larvas producen galerías de gran tamaño y afecta a las zonas de circulación de la savia, provocando el secado de ramas primarias o de una parte del fuste. Estas galerías sirven también como vía de entrada de hongos o insectos xilófagos que aceleren la pudrición del árbol.
- Métodos de control: esta especie está recogida dentro de programa de conservación de especies por lo que no es posible realizar ningún tipo de tratamiento fitosanitario. En la provincia de estudio no se han dado históricamente ataques masivos de este insecto, por lo que se actuará haciendo un buen seguimiento de la plantación y manteniendo la masa vegetal en buen estado (Cadahia et al, 2001).

2.5. Escarabajo de la trufa

El escarabajo de la trufa (*Leiodes cinnamomeus*) es la plaga más importante para el cultivo de la trufa ya que es capaz de afectar directamente al cuerpo fructífero del hongo (Figura 10). Se trata de un insecto que desarrolla parte de su ciclo biológico en el interior de las trufas. Existe otro insecto que también causa daños directamente en la trufa, la mosca de la trufa (*Helomyza tuberivora*), pero en este caso pone sus huevos sobre la trufa en un estado de madurez casi cercano a la podredumbre, por lo que el efecto no es tan dañino ya que las trufas se recolectan en otro estado de madurez.



Figura 10. Adulto de *Leiodes cinnamomeus*. Fuente: <http://www.scoop.it/>

Los daños ocasionados son directos por la pérdida de peso del producto debido a las galerías que provocan las larvas e indirectos por la pudrición posterior de la trufa a causa de los microorganismos que van asociados a los insectos (Figura 11).



Figura 11. Oquedades realizadas por el escarabajo de la trufa. Fuente: <https://es.slideshare.net/micofora/>

Todavía se está estudiando su distribución y su biología, por lo que todavía no se tienen medios seguros para realizar su control. Actualmente se está trabajando en la caracterización de la curva de vuelo de los adultos del coleóptero (Heraldo, 2016).

2.6. Mosca de la trufa

La mosca de la trufa (*Leiodes cinnamomeus*) es una plaga importante para el cultivo de la trufa ya que es capaz de afectar directamente al hongo.

Se trata de un insecto que desarrolla parte de su ciclo biológico en el interior de las trufas, con lo que se interna en ellas y deprecia su valor comercial.

3. Enfermedades fúngicas

Las encinas pueden sufrir enfermedades tales como el oídio o la roya, pero su ataque no adquiere un grado de severidad tal que comprometa la producción de trufa o la afecte.

Cuando estas enfermedades sean detectadas se harán los tratamientos necesarios para corregirlas mediante aplicaciones foliares.

Algunos hongos pueden poner en peligro la vida del árbol, y por tanto el fin de la producción de trufa. Estos son los hongos *Phytophthora cinnamomi* y *Botryosphaeria corticola*.

3.1. Podredumbre radical de la encina

Está causada por *Phytophthora cinnamomi*, un oomiceto considerado como el patógeno más importante causante de podredumbres radicales en especies leñosas.

Tiene una gran distribución mundial, causando mayores daños en zonas tropicales, subtropicales y la región mediterránea.

Posee una sintomatología inespecífica como clorosis, marchitez foliar, defoliación, muerte de brotes, etc.

Si la infección es severa se produce la desaparición de raicillas absorbentes, imprescindibles para el crecimiento radical.

Si la infección progresa hasta las raíces principales, aparecen lesiones marrones bajo la corteza del tronco (Figura 12).



Figura 12. Daños causados por *Phytophthora cinnamomi*. Fuente: <http://barmac.com.au/>

Posee un ciclo biológico con reproducción sexual y asexual como se detalla en la Figura 13.

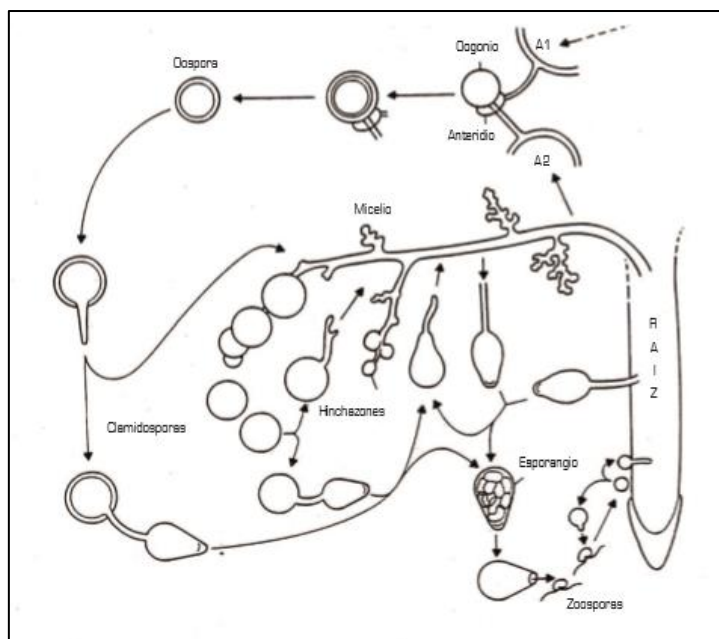


Figura 13. Ciclo biológico de *Phytophthora cinnamomi*. Fuente: (Caetano et al, 2010).

El control es difícil y la existencia de variedades resistentes es muy limitada. El control químico es atractivo por su eficacia a corto plazo, su bajo coste y su facilidad de aplicación, aunque debe ser compatible con otros métodos de control. Contra patógenos del suelo se pueden realizar enmiendas orgánicas ya que poseen ácidos húmicos y fúlvicos. Existen también cepas de hongos antagonistas que colonizan las raíces antes que el hongo infeccioso y evitan su penetración (Caetano et al, 2010).

3.2. El chancro del tronco de la encina

Está causada por *Botryosphaeria corticola* es un ascomiceto que causa chancros en el tronco de especies leñosas como la encina seguido de decaimiento por muerte de ramas.

El hongo está muy distribuido por las zonas de clima templado y Portugal.

Los chancros son síntomas primarios consistentes en una alteración limitada a los tejidos corticales del árbol, que produce su necrosis. Para su diagnóstico hay que constatar la presencia de lesiones en el tronco, que en la corteza muerta aparecen como pústulas negras que se identifican con los pseudotecios del patógeno. Los síntomas varían desde pequeñas zonas de corteza muerta hasta zonas más alargadas. El hongo provoca la caída de la corteza y con ello la vulnerabilidad a otros ataques (Figura 14).



Figura 14. Daños causados por *Botryosphaeria corticola*. Fuente: <http://www.iobcquercus2016.com/>

Posee un ciclo biológico con reproducción sexual y asexual como se detalla en la Figura 15.

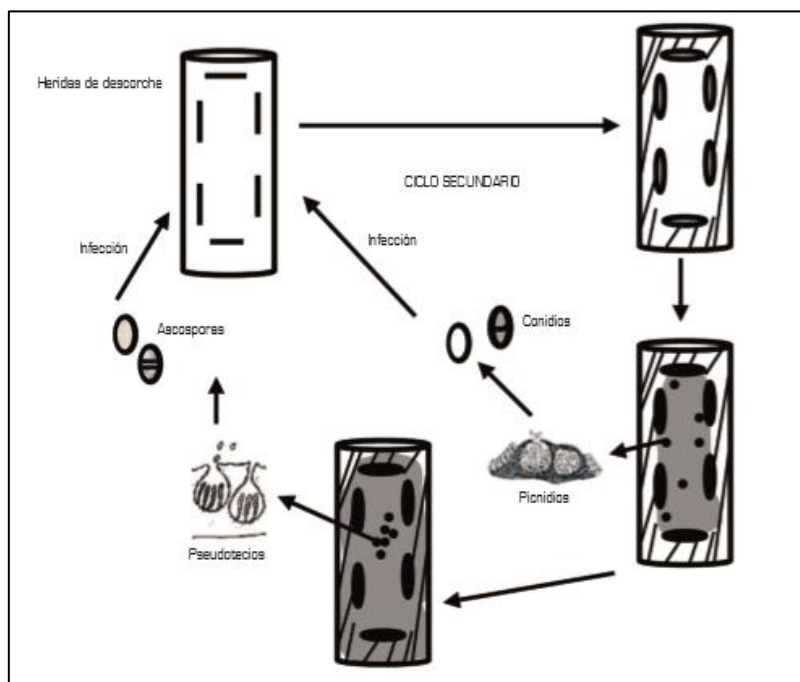


Figura 15. Ciclo biológico de *Botryosphaeria corticola*. Fuente: (Romero et al, 2010).

Las medidas de control deben ser preventivas ya que las medidas curativas son ineficaces. Un buen estado de la plantación dificulta el desarrollo de la enfermedad. También se recomienda la eliminación de las ramas afectadas con el fin de que no supongan una fuente de inóculo (Romero et al, 2010).

4. Daños por la fauna salvaje

Los animales son los encargados de la diseminación de las esporas de la trufa, y por tanto las ingieren, por lo que hay una pérdida de producción. Hay una gran cantidad de animales que están involucrados en los procesos de diseminación: jabalíes, zorros, roedores, caracoles, moscas, etc.

El efecto más devastador es causado por el jabalí, ya que además de ingerir la trufa, escarba alrededor de los árboles causando la destrucción de parte de las raíces y con ello de las micorrizas.

Para intentar mitigar estos efectos negativos la solución más práctica es la instalación de una valla alrededor de la parcela.

5. Competencia con otros hongos micorrízicos

Existen hongos que establecen micorrizas con las encinas de igual manera que lo hacen las trufas, por lo que a veces se pueden dar relaciones de competencia.

El principal problema se da en el vivero, donde estos hongos denominados “contaminantes” forman micorrizas con las encinas, reduciendo la cantidad de micorrizas formadas por la trufa, pudiendo llegar a arruinar lotes enteros de planta micorrizada.

Una vez que la planta sale del vivero y es instalada en el campo, solamente el hongo más competitivo será el que permanezca en las raíces de la especie leñosa.

Algunos ejemplos de hongos “contaminantes” son: *Sphaerosporella brunnea*, *Telephora terrestres* y *Laccaria sp* (De Miguel et al, 2005).

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo VII: Características biológicas del cultivo intercalar

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Clasificación taxonómica	2
3. Morfología.....	2
4. Distribución.....	5
5. Condicionantes climáticos y edáficos	5
6. Multiplicación	5
7. Utilización.....	7
8. Aceite esencial.....	7
9. Plagas y enfermedades	8

1. Introducción

El espliego es una planta muy rústica, que se adapta bien a muchas situaciones pedoclimáticas típicas de las zonas de clima mediterráneo donde se halla incluso en los terrenos áridos y pedregosos. En España abunda en la mitad oriental de la península, disminuyendo su presencia progresivamente hacia la mitad occidental, hasta desaparecer.

El cultivo del espliego está dirigido fundamentalmente a la obtención del aceite esencial, mediante un proceso de destilación. La cantidad de aceite esencial obtenido difiere según la especie, estación y método de destilación. Esta esencia se utiliza principalmente en industrias de productos de perfumería y para enmascarar olores desagradables (Luna, 1980).

2. Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Lamiales
- Familia: Lamiaceae
- Género: *Lavandula*
- Especie: *Lavandula latifolia* var. Maillete

Del cruce entre el espliego y la lavanda vera o fina, se obtiene el lavandín, obteniendo de la segunda el tono azul de la espiga y la forma de la mata y del espliego la tendencia al mayor porte, la ramificación de sus tallos florales y una mayor adaptación a la aridez del clima y suelo (Luna, 1980).

A pesar de que los rendimientos de las variedades híbridas respecto a la cantidad de aceite son mayores, en el presente proyecto se utilizará el espliego tradicional debido a que la calidad de su aceite es mayor y como consecuencia su valor económico aumenta. Además, esta especie es apta para su cultivo en secano en la zona de estudio.

3. Morfología

- **Porte**: Es una planta perenne subarborescente con tallos leñosos muy ramificados que posee una altura variable que puede llegar hasta 1 metro. Forman matas compactas

con una geometría esférica (Figura 1). Posee una raíz gruesa, pivotante, de 40 cm de longitud.



Figura 1. Porte del espliego. Fuente: <http://www.lacronica.net/>

- Tallo: posee una longitud de 10 a 50 cm. Es leñoso como las numerosas ramas foliadas que parten de éste y se prolongan en unos escapos florales de 30 a 50 cm de altura, ramificados, a diferencia de la lavanda. Posee un color gris verdoso y están cubiertos de un tomento blanco, al igual que las ramas y las hojas (Figura 2).



Figura 2. Tallo de espliego. Fuente: <http://floresdelavanda.blogspot.com.es/>

- Hojas: son más anchas que las de la lavanda, de forma oblongo-lanceoladas o bien, linear-espatuladas (Figura 3).



Figura 3. Hojas de espliego. Fuente: <http://elserbalsilvestre.blogspot.com.es/>

- Flores: pequeñas y aromáticas, de color celeste violáceo, agrupadas en glomérulos, dispuestos en 6 a 15 pisos, formando espigas terminales flojas. Las brácteas son de color verde, estrechas, con un único nervio dorsal aparente constituyendo un carácter diferencial con la lavanda, al igual que las bractéolas, bien visibles, lineares, aleznadas y con una longitud de 2 a 3 mm. El cáliz cuenta con 13 nervios y la corola es tubular y mide de 8 a 10 mm de longitud (Figura 4).



Figura 4. Flores del espliego. Fuente: <http://www.consultaplantas.com/>

- Fruto: es un tetraquenio, con 4 semillas, oscuras y brillantes de unos 2 mm.

4. Distribución

El espliego es originario de la cuenca mediterránea y se extiende por Francia, Italia, Yugoslavia, Suiza y España. Se cultiva en: Francia (principal productor), Italia, Yugoslavia, Grecia, Chipre, Bulgaria, Hungría, Inglaterra, Irlanda España, Argentina, Brasil, Estados Unidos, Kenia, Tasmania, Japón y la India.

En España se cultiva con mucha frecuencia (Castilla la Mancha, Murcia y Castilla y León), aunque es muy difícil cuantificar la producción exacta al ser un sector muy complejo ya que se puede hablar de planta viva para su cultivo como ornamental o de partes de la planta para su consumo como condimento y en las diferentes y variadas industrias como cosmética, perfumería, farmacéutica, medicinal o aceites (Muñoz, 1987).

5. Condicionantes climáticos y edáficos

- Altitud: se encuentra, espontáneo, desde el nivel del mar hasta los 1.700 m, aunque le cuesta vivir por encima de los 1.300 m de altitud. La altitud óptima para producir flor en cantidad y proporcionar esencia de calidad está entre los 700 y los 1.000 m.
- Clima: aunque prefiere un clima mediterráneo semiárido de inviernos fríos y veranos secos, puede vivir también en zonas de inviernos suaves. Las precipitaciones medias de las comarcas en las que abunda más esta planta oscilan entre los 400 y los 600 mm anuales. Requiere exposición soleada y muy ventilada.
- Suelos: en su hábitat natural, el espliego crece en terrenos secos y soleados, llenos de piedras junto con otros arbustos y plantas como el romero, abrótno, tomillo, etc. Prefiere los suelos pobres de naturaleza calcárea y bien sueltos a los suelos profundos y fértiles. En estos últimos, la planta crece más, pero produce menos aceite esencial.

El terreno ideal es aquel que permite un perfecto drenaje por lo que, si es posible, es mejor plantarla sobre laderas inclinadas, expuestas al sol, con tierras ligeras y sueltas con mucho componente arenoso y con una buena ventilación (Luna, 1980).

6. Multiplicación

La multiplicación puede realizarse por medio de semillas, estacas, división de matas o acodo (Muñoz, 1987).

- Semillas: su germinación es problemática, debido a varios factores como la falta de sustancias de reserva en el interior de las semillas, ocasionando un excesivo

número de semillas poco viables. Sin ningún tratamiento las semillas tienen un poder germinativo del 34 %, a una temperatura entre 15 y 23° C, por tanto, la germinación es lenta y se debe llevar a cabo un tratamiento previo a la siembra. Existen fundamentalmente dos tipos de tratamientos: con agua oxigenada o estratificación en arena húmeda.

A partir de semillas no se pueden obtener plantas idénticas al pie madre, ya que las abejas fecundan las flores de ésta con el polen de distintos pies.



Figura 5. Semillero de espliego. Fuente: <https://es.dreamstime.com/>

- Reproducción vegetativa: Se procede a cortar ramas jóvenes de plantas adultas (Figura 6). Los esquejes se colocan rápidamente en el vivero y se riegan suficientemente. Es preferible no emplear la técnica de estaquillado, hasta conseguir resultados aceptables y acudir a otras técnicas de reproducción como por semillas.



Figura 6. Esquejado de espliego. Fuente: <http://tacuarembo.net/>

- División de matas: Es un método poco utilizado, aunque se obtienen buenos resultados. La mejor época para este método es el invierno.
- Reproducción por acodo: La reproducción por acodo se realiza a finales de verano y consiste en doblar una rama desprovista de hojas, enterrada en el sustrato para que produzca raíces. Una vez arraigada se separa de la planta madre y se trasplanta en el lugar definitivo.

7. Utilización

Los principales usos del espliego son los siguientes (Muñoz, 1987):

- Extracción de aceites esenciales, el objetivo de la plantación de este proyecto.
- Aromáticos: en perfumes o colonias, y ambientadores para crear entornos relajantes o disimular malos olores.
- Insecticidas: como repelente de insectos y ácaros, tanto en el hogar como en el jardín o la huerta.
- Culinarios: como especia tanto fresca como seca.
- Cosméticos: en cremas, champús, jabones, pasta dental o enjuagues bucales.
- Medicinales: en infusiones con la flor o con las hojas para calmar dolores, ya que aparte de ser sedante es analgésico en picaduras o quemaduras. En aromaterapia se usa como aceite de masaje para infecciones de garganta, irritaciones de piel, dolores reumáticos, ansiedad y el insomnio o la depresión.
- Doméstico: en productos de limpieza para el hogar y para la ropa.
- Decorativos: en jardín o como flor cortada.

8. Aceite esencial

El aceite esencial es un líquido incoloro, amarillo o amarillo verdoso, El aceite esencial del espliego contiene fundamentalmente por tres compuestos: linalol (29,1%-52,4%), alcanfor (12,9-35,3%) y cínelo (20-34%). Al aumentar el tiempo de almacenamiento de la planta recolectada y el tiempo del aceite, aumenta el porcentaje de óxidos de linalino cis y trans, por lo que pueden ser utilizados como un indicador de la mala conservación del aceite. Otros compuestos que se encuentran en menor cantidad son: el pineno (1-2%), el geraniol (0,7-1,2%) y la mezcla de terpineol + borneol + acetato de bornilo (0,9-1,8%). El resto son las trazas que constituyen de 0,1 a 0,9 % (Muñoz, 1987).

La comercialización del aceite esencial de espliego español se realiza principalmente en el mercado nacional. El aceite esencial lo producen los mismos agricultores con destiladoras. Es posible que varios agricultores cooperen para compartir la instalación. Algunas destilerías tienen contratos con algunos mayoristas, y le venden toda su producción.

Otros productores venden su producción directamente al mercado, ya sea a mayoristas o a las industrias consumidoras. Algunos de estos productores-destiladores, también son a la vez comercializadores, pudiendo comprar a otros productores. El destino principal del aceite esencial son las industrias de perfumería (Muñoz, 1987).

El rendimiento de la esencia de espliego por hectárea ronda los 40-50 kg / ha, en la época de mayor producción, es decir, del cuarto al octavo año. Los rendimientos son muy variables según las características de la zona, distancias de plantación, cuidados culturales, estación, altitud, condiciones atmosféricas en el momento del corte, etc.

El mayor rendimiento de escapos florales por hectárea se alcanza el tercer y cuarto año, en plena producción, con una media de 4.000 kg/ha. El décimo año de vida, suele segarse la plantación, pues los rendimientos son muy pequeños.

La media de aceite esencial anual que puede producir una plantación industrial durante nueve años, el tiempo de explotación, es de 31 l/ha (Muñoz, 1987).

9. Plagas y enfermedades

Las principales plagas que posee el cultivo del espliego son las siguientes (Muñoz, 1987):

- Meligetes (*Meligethes subfurumatus*): se trata de un escarabajo que ataca las flores del espliego (Figura 7).



Figura 7. Adulto de *Meligethes subfurumatus*. Fuente: <https://www.researchgate.net/>

- *Sophronia humerella*: se trata de una mariposa cuyas larvas se comen los brotes nuevos (Figura 8).



Figura 8. Adulto de *Sophronia humerella*. Fuente: <http://www.lepiforum.de/>

- Cecidomia (*Thomasiniana lavandulae*) Es la principal plaga que afecta al espliego. Se trata de una mosca cuyas larvas penetran dentro de las ramas y los tallos, lo que produce la podredumbre de los mismos y la muerte de la planta (Figura 9).



Figura 9. Adulto de *Thomasiniana lavandulae*. Fuente: <http://www.fitosanitario.mo.it/>

- *Cuscuta* (*Cuscuta pentagona*): Es una planta parásita que produce un órgano de succión denominado haustorio que extrae la savia de la planta. Puede eliminarse manualmente (Figura 10).



Figura 10. Planta parásita *Cuscuta pentagona*. Fuente: <http://www.parasiticplants.org/>

- Otros: plagas polífagas como el pulgón, la cochinilla o la langosta.

Las principales plagas que posee el cultivo del espliego son las siguientes:

- *Phoma* (*Phoma lavandulae*): es un hongo que se reproduce fácilmente causando estragos entre los cultivos de espliego. Este tipo de enfermedad obliga a quemar las plantas infectadas (Figura 11).



Figura 11. Daños de *Phoma lavandulae*. Fuente: <http://www.rivierafiori.net/>

- *Armillaria mellea*: es un hongo responsable de la podredumbre de las raíces a las que ataca alimentándose de las mismas y robándoles el agua y los nutrientes. La prevención principal para el espliego es conseguir que el terreno tenga un buen drenaje de manera que el agua no se quede encharcada en las raíces.
- Moho gris (*Botrytis cinerea*): Produce podredumbre en las flores cuando las condiciones ambientales de humedad son muy altas. La solución se encuentra en una mayor aireación de los cultivos y la aplicación de un fungicida adecuado.
- Rhizoctonia: hongo que origina la muerte de la planta, produciendo parcelas del terreno desprovistas de plantas. En el desarrollo de este hongo influye el exceso de humedad y el exceso de abonos ricos en nitrógeno, combinado con temperaturas elevadas. Cuando el hongo está presente, aparecen manchas irregulares de color marrón en las hojas o en los tallos.
- Tristeza del espliego: produce una pérdida de la fuerza de las plantas, que disminuyen el tamaño y la producción. Se trata de un conjunto de síntomas debidos a una serie de factores diversos: la falta de rotaciones en el terreno con el consecuente empobrecimiento del mismo, la existencia de microorganismos infectantes, la presencia de demasiado fertilizante en el terreno, o el resultado de alguna enfermedad o plaga como las estudiadas anteriormente.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo IX: Situación actual

ÍNDICE

1.	Situación actual	2
1.1.	Marco geográfico	2
1.2.	Estado actual	5
1.3.	Fotografías situación actual de la parcela.....	5
2.	Cédula parcelaria.....	15

1. Situación actual

1.1. Marco geográfico



Figura 1. Situación de Matalabreras en la Península Ibérica. Fuente: <https://www.google.es/maps/>

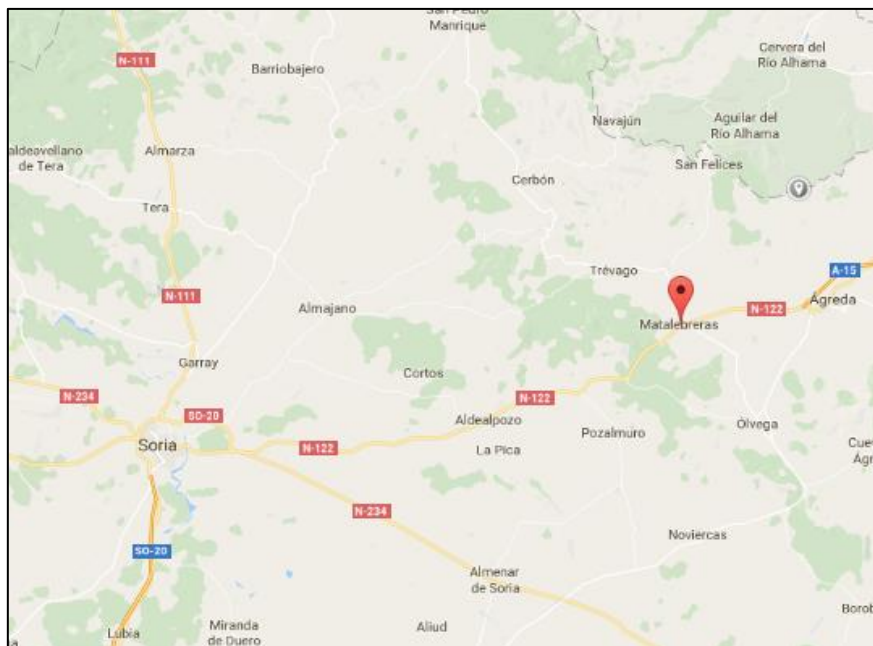


Figura 2. Situación de Matalabreras en la provincia de Soria. Fuente: <https://www.google.es/maps/>



Figura 3. Vista aérea del municipio de Matalebreras. Fuente: <https://www.google.es/maps/>

Matalebreras es una localidad y también un municipio de la provincia de Soria, partido judicial de Soria, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Es un pueblo de la Comarca del Moncayo y forma parte de la diócesis de Osma, que a su vez pertenece a la Archidiócesis de Burgos.

El municipio se extiende sobre una superficie de 41,63 km² y está situado al pie de la sierra del Madero, limitando con Muro de Ágreda, Ólvega, Montenegro de Ágreda, Castilruiz y Fuentestrún.

La localización y situación precisa del municipio y la parcela se halla reflejada en los Planos I y II.

La posición geográfica es: 41° 50' 34.53" N de latitud y 2° 2' 38.07" O de longitud.

Matalebreras se encuentra a escasa distancia de varias ciudades con grandes núcleos de población:

- 38,7 km a Soria.
- 116 km a Zaragoza.
- 129 km a Logroño.
- 184 km a Burgos.

Vías de acceso al municipio:

- Carretera nacional N-122 (Zaragoza-Soria).
- Carretera provincial SO-692.

- Carretera provincial SO-380.
- Carretera provincial SO-P-1052.

Vías de acceso a la parcela:

- Acceso directo por la Carretera Nacional N-122 (Figura 4).



Figura 4. Acceso a la parcela desde la N-122. Fuente: <https://www.google.es/maps/>

- Acceso por la carretera Matalebreras-Montenegro de Ágreda (Figura 5).



Figura 5. Acceso a la parcela desde la carretera entre municipios. Fuente: <https://www.google.es/maps/>

1.2. Estado actual

La zona de actuación (propiedad del promotor) sobre la cual se va a ejecutar el proyecto se compone de dos parcelas: la parcela número 468 y la parcela número 469 del polígono 3, situadas en el paraje de “Las Holmillas”. Como ambas parcelas pertenecen al promotor, y una está contenida dentro de la otra, se tratará a la zona de actuación como una parcela única.

La parcela posee una forma bastante irregular, aunque sus márgenes son rectos. Posee pendientes algo más pronunciadas en la zona sur, pero en ningún momento superiores a 4%. Cuenta con una superficie de 4,32 hectáreas que va a constituir la totalidad de la superficie de actuación del proyecto.

Actualmente la parcela se encuentra, prácticamente en su mayoría, cubierta de rastrojo de cereal. El cultivo antecedente de la parcela era trigo durante más de dos años, por lo que no hay problema para comenzar el proyecto en ella cuando se crea conveniente.

La parcela posee algunos márgenes en las que se encuentra instalada vegetación propia de la zona, como las encinas, que se respetarán, ya que el proyecto pretende ser lo más respetuoso posible con el medio ambiente.

1.3. Fotografías situación actual de la parcela.

A continuación, se muestra un conjunto de fotografías en la que se detalla el estado actual de la parcela.



Figura 6. Carretera Matalabreras-Montenegro de Ágreda.



Figura 7. Acceso a la parcela desde la carretera Matalebreras-Montenegro de Ágreda



Figura 8. Vista del margen izquierdo de la parcela.



Figura 9. Vista general de la parcela.



Figura 10. Camino de tránsito anexo a la parcela.



Figura 11. Estado actual del suelo de la parcela.



Figura 12. Detalle del suelo de la parcela.



Figura 13. Vista general de la parcela.



Figura 14. Camino de tránsito anexo a la parcela.



Figura 15. Vista del margen derecho de la parcela.



Figura 16. Vista general de la parcela.



Figura 17. Vista general de la parcela.



Figura 18. Vista general de la parcela.



Figura 19. Vista general de la parcela.



Figura 20. Especies arbóreas existentes en los linderos de la parcela.



Figura 21. Vista general de la parcela.



Figura 22. Acceso a la parcela desde la N-122.





Figura 23. Vista de la topografía de la parcela.



Figura 24. Acceso a la parcela desde la N-122.

2. Cédula parcelaria

 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE FONDO ESPAÑOL DE GARANTÍA AGRARIA		DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC	
		Provincia:	42 - SORIA
		Municipio:	182 - MATALEBRERAS
		Agregado:	0
		Zona:	1
		Polígono:	3
		Parcela:	468
Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:		08/2014
	Fecha de la cartografía Catastral (*):		28/09/2015
X:	578777,83	Fecha de impresión:	10/05/2017
Y:	4632401,43	Escala aproximada de impresión:	1 : 2000
DATUM	VIG884		
HUSO	30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

PÁGINA 1

Información SIGPAC vigente a fecha 05/01/2017

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:



Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	3,5974	4,70	TIERRAS ARABLES			0		0501 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
TIERRAS ARABLES	3,5974	

 DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC	
Provincia: 42 - SORIA Municipio: 182 - MATALEBRERAS Agregado: 0 Zona: 1 Polígono: 3 Parcela: 469	
Coordenadas UTM del centro X: 578797,57 Y: 4632492,01 DATUM: WGS84 HUSO: 30	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela: 08/2014
	Fecha de la cartografía Catastral (*): 28/09/2015
	Fecha de impresión: 10/05/2017
	Escala aproximada de impresión: 1 : 1000
	
<small>(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.</small>	

PÁGINA 1

Información SIGPAC vigente a fecha 05/01/2017							
<p style="color: red; font-size: small;">El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.</p>							
A) Relativos al recinto:							
Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos % ha	Coef. Regadio	Incidencias (1)	Región
1	0,7247	3,80	TIERRAS ARABLES		0		0501 (2)
<p style="font-size: x-small;">(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.</p> <p style="font-size: x-small;">(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.</p>							
C) Resumen de datos de la parcela:							
Uso		Superficie (ha)					
		Total	Admisible en pastos				
TIERRAS ARABLES		0,7247					

PÁGINA 2

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo X: Vallado de la plantación

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Diseño del vallado	2
3. Materiales utilizados	3
4. Instalación del vallado.....	4
5. Mediciones de los materiales a utilizar	6
6. Maquinaria y mano de obra.....	7

1. Introducción

Con el fin de proteger la plantación y sobre todo la inversión que conlleva, es conveniente vallar la plantación a una altura razonable de en torno a 1,5-2 m evitando de este modo la entrada de animales como el jabalí, del ganado mal controlado, de los recolectores furtivos y los individuos practicantes del vandalismo.

El cultivo se ve expuesto a estos factores negativos a lo largo de toda su vida útil, ya que en los primeros años la fauna salvaje puede alimentarse de los brotes tiernos de la encina, frenando su desarrollo, y en los años productivos pueden alimentarse directamente por la trufa, atraídos por su olor.

Por tanto, se colocará un vallado desde el año de la plantación para evitar todos los posibles problemas que derivarían en grandes pérdidas económicas.

2. Diseño del vallado

Se realizará un vallado a lo largo de todo el perímetro de la parcela, por lo que la longitud de actuación será de 1.012 metros, detallada en el Plano III.

Se respetará el espacio necesario para la colocación de dos puertas de 6 metros de anchura, cuya situación coincidirá con las dos vías de acceso a la parcela existentes.

El diseño consiste en un vallado de malla cinegética o rural anudada de 2 metros de altura enterrada 30 cm en el suelo, por lo que su altura visible se reducirá a 1,70 metros. La acción del enterramiento le proporciona rigidez al cerramiento a la hora de evitar la entrada de jabalíes. Tampoco permite la entrada de fauna mediante la excavación de hoyos.

El enterramiento de la malla cinegética y el diseño constructivo del cerramiento se encuentra descrito gráficamente en el Plano IV.

La malla cinegética irá asegurada con un conjunto de postes de madera tratada de pino colocados de forma equidistante. En las singularidades tales como cambios de dirección o repliegues del vallado se colocarán postes de tensión.

Se opta por la utilización de postes de madera en vez de los postes de hierro puesto que el grado de integración en el paisaje es mayor, y va acorde a la orientación y concepción medioambiental que posee el proyecto (Figura 1).



Figura 1. Cercado rural de madera con malla cinegética. Fuente: (Pedro, 2015).

3. Materiales utilizados

Para la construcción de la totalidad del vallado se utilizarán los siguientes materiales (Pedro, 2015):

- Puertas de dos hojas fabricadas en madera tratada en autoclave de 3 m de anchura cada hoja y una altura de 1,70 m. Sistema de arriostre incluido.
- Postes de madera de pino tratada de 2,10 m de altura y 0,10 m de diámetro. Estos postes son denominados “intermedios”.
- Postes de madera de pino tratada de 2,50 m de altura y 0,10 m de diámetro. Estos postes son denominados “de tensión”.
- Postes de madera de pino tratada de 1,80 m de altura y 0,08 m de diámetro. Estos postes son denominados “de refuerzo”.
- Malla cinegética anudada de tipo nudo fijo independiente fabricada con alambre galvanizado reforzado. Alambre horizontal progresivo y alambres verticales a separación uniforme. Posee dos metros de altura.
- Alambre de espino galvanizado para la parte superior del vallado.
- Grapas galvanizadas de unión.
- Tensores de carraca galvanizado para alambre.
- Tornillos rosca madera bicromatados de M5*80 mm.
- Paneles indicadores de “Prohibido el paso”.

Los postes deberán ir provistos de un extremo acabado en punta para clavarlos al terreno, ya que este método ofrece mayor rigidez que la creación de hoyos, y en este caso el suelo de la parcela permite esta acción por su profundidad.

4. Instalación del vallado

Las labores para el cerramiento de la parcela se realizarán durante la segunda quincena del mes de febrero.

El primer paso a realizar es el replanteo del vallado, mediante el marcado por parte de los operarios de la línea donde se ubicará y de la situación de los postes. Se realizará por medio de pintura lavable o con cal.

Posteriormente se realizará una zanja de 35 cm de profundidad con un subsolador de un brazo acoplado a un tractor de 70 CV. En ella irá enterrada la malla cinética (Figura 2).



Figura 2. Enterramiento de la malla cinética. Fuente: (Pedro, 2015).

Para abordar la instalación del vallado de forma clara se va a dividir la parcela en diferentes tramos de actuación, de acuerdo con la forma de los linderos de la parcela, ya que condiciona la cantidad de postes de tensión a colocar. Estos postes se colocan al inicio de la línea de cercado, en los cambios de ángulo y en los espacios en los que existan más de 100 m entre ellos (en estos casos se coloca según las órdenes del experto en cerramientos). Se colocan junto con los postes de refuerzo. A lo largo de todo el perímetro

se colocarán postes intermedios a una distancia de 4 metros con el fin de asegurar la fijación de la malla (Pedro, 2015).

La parcela se divide en 9 tramos diferentes según la orientación y ángulo de los linderos y sus características se hallan recogidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Tramos y características del cerramiento.

Tramo	Longitud (m)	Postes tensión	Postes interm.	Postes refuerzo
1 (c/ Puerta)	170	4	37	6
2	182	3	40	6
3	68	2	15	4
4	56	1	9	2
5	60	2	11	3
6 (c/ Puerta)	190	4	41	7
7	86	2	18	4
8	42	1	9	2
9	158	3	33	6

En primer lugar, se colocarán los postes de tensión, clavados sobre el terreno con un martillo neumático acoplado al tractor con el fin de asegurar firmeza. Se clavarán a una profundidad de 80 cm. Seguidamente se colocarán los postes de refuerzo unidos a estos, clavados a una profundidad de 50 cm (Figura 3).



Figura 3. Colocación de un poste de tensión. Fuente: (Pedro, 2015).

Una vez colocados los postes de tensión se procede a clavar los postes intermedios repartidos por el terreno a una profundidad de 40 cm y una separación entre ellos de 4 metros en la mayoría de los casos (Pedro, 2015).

La malla cinegética será fijada a los postes mediante el alambre de espino galvanizado, colocado a tres alturas diferentes. El alambre se distribuye entre dos postes de tensión y entonces se tensa con los tensores y se clavan las tres grapas galvanizadas de sujeción en cada poste intermedio (Figura 4). Se colocarán 4 grapas más en cada poste para la fijación de la malla (Pedro, 2015).



Figura 4. Detalle de la sujeción de la malla en los postes. Fuente: (Pedro, 2015).

Se procederá a tapar la zanja dejando la parte inferior de la malla enterrada 30 cm.

Por último, se realizan unas zapatas de hormigón con una altura de 60 cm sobre las que irán las puertas, que estarán provistas de un cartel de advertencia sobre la prohibición de entrar en la finca.

5. Mediciones de los materiales a utilizar

Las cantidades de material utilizados para vallar el perímetro de 1.012 m de la parcela están recogidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de material utilizado en el cerramiento.

Material	Cantidad
Puerta	2 ud.
Poste interm.	213 ud.
Poste tensión	22 ud.
Poste refuerzo	40 ud.
Malla cinégetica	1000 m
Alambre espino	3000 m
Grapas	1925 ud.
Tensores	66 ud.
Paneles	2

6. Maquinaria y mano de obra

A continuación, se detalla la Tabla 3, el conjunto de maquinaria y mano de obra utilizada para llevar a cabo el vallado de la parcela.

Tabla 3. Maquinaria y mano de obra necesaria para el cerramiento.

Trabajo	Maquinaria/herram	Alquiler	Mano de obra	Rdto Real
Replanteo	-	-	Capataz y dos peones	220 m/h
Apertura de la zanja	Tractor 70 CV y subsolador de un brazo	Sí	Tractorista	2.500 m/h
Colocación del cerramiento	Tractor 70 CV y martillo neumático	Sí	Tractorista, capataz, especialista en cerramientos y 5 peones	35 m/h
Colocación de la puerta	-	-	Capataz, especialista en cerramientos y 2 peones	1 puerta/3 h

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XI: Establecimiento de la plantación

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Preparación del terreno.....	2
3. Época de la plantación.....	5
4. Marco de plantación	5
5. Replanteo.....	7
6. Recepción de la planta.....	7
7. Labores de plantación.....	9
8. Riego de apoyo en la plantación	10
9. Vallado de la plantación.....	11
10. Instalación del sistema de riego.....	11
11. Maquinaria y mano de obra.....	11

1. Introducción

Una vez se ha determinado que el terreno es apto para realizar la plantación de las encinas micorrizadas, se puede comenzar por la misma. Esta atribución se encuentra detallada en el Anejo III.

En este anejo se determinará todo el conjunto de tareas necesarias para instalar las especies leñosas, así como el diseño de su disposición. De igual modo, se realizará la instalación en el terreno del cultivo de espliego designado como cultivo intercalar.

2. Preparación del terreno

Las labores de preparación del suelo para la futura plantación dependerán de la utilización previa del terreno y del estado en el que se encuentre en el momento actual.

La parcela de estudio anteriormente estaba dedicada al cultivo de cereal, por lo que no se da el riesgo de que exista inóculo de otro hongo micorrízico indeseable en el suelo.

Tras los cultivos intensivos como el cereal durante una serie de años se suele castigar mucho el suelo debido al alto grado de mecanización y al uso de productos químicos, por lo que para el establecimiento de otro cultivo es necesario el laboreo.

El laboreo consiste en la modificación del estado estructural del suelo mediante la aplicación de acciones de origen mecánico llevadas a cabo por los aperos de labranza.

Todo ello va encaminado a crear un medio adecuado para el nacimiento y desarrollo de las plantas cultivadas (Arazuri, 2016). Los objetivos fundamentales son:

- Esponjar el terreno.
- Voltear y mezclar la tierra.
- Establecer determinadas configuraciones.
- Regeneración capas de suelo.
- Lucha contra malas hierbas.

La primera labor a realizar en el terreno para acondicionarlo tras el cultivo de cereal es un trabajo de desfonde, en un pase, con un arado de vertedera tetrasurco (Figura 1) con rejas de 40 cm de anchura y trabajando a 35 cm de profundidad. La anchura de trabajo estaría en torno a 1,60 metros. Este apero corta e invierte un prisma de tierra a la vez que pulveriza y desmenuza la tierra.

La labor se realizará a finales de octubre, tras las primeras lluvias de otoño, con el fin de que los agentes meteorológicos del otoño-invierno contribuyan a la meteorización de los cúmulos de tierra que se formen para que el terreno esté preparado para la siguiente labor.

Para ello se utilizará un tractor de 140 CV, con un rendimiento (trabajo real) de 0,73 ha/h, considerando una eficiencia de 75-80% y una velocidad de avance media de 5,5 km/h (Arazuri, 2016).



Figura 1. Arado de vertedera tetrasurco. Fuente: <https://www.anuncioneon.es/>

Con el pase del arado de vertedera se consigue aumentar la porosidad, mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y enterrar los restos del cultivo anterior con el fin de fomentar su descomposición.

En el caso de la parcela de estudio se ha constatado al realizar el análisis del suelo que existe una “suela de labor”, es decir, una capa rígida e impermeable que dificulta la penetración radicular y que se produce por el paso repetido a lo largo de los años de las labores a una misma profundidad.

Para solucionar el problema de la compactación se utiliza un subsolador (Figura 2) de brazos rectos (3 brazos) con una separación de 50 cm entre ellos, que trabaja a 60 cm de profundidad. La anchura de trabajo oscilará entre 120-130 cm. Se realizará un solo pase.

Esta labor se llevará a cabo a finales del mes de enero, cuando el suelo esté relativamente seco. Para ello se utilizará un tractor 140 CV, con un rendimiento de 0,62 ha/h a una velocidad media de avance de 3,5 km/hora (Arazuri, 2016).



Figura 2. Subsolador de 3 brazos rectos. Fuente: <http://bibliotecadigital.cenicana.org/>

Con el pase del subsolador se aumentará la porosidad en profundidad, el volumen de suelo explorado por las raíces y se favorecerá la circulación de agua.

Tras el laboreo primario o en profundidad es necesario llevar a cabo tareas de laboreo superficial, es decir, una actuación de intensidad media, que no supera los 15 cm de profundidad, que permite establecer el lecho de siembra o plantación necesario para el cultivo.

Para realizar esta labor secundaria se utilizará un cultivador de brazos vibrantes (Figura 3) que trabaja a 15 cm de profundidad. La anchura de trabajo será de 4,5 metros. Se realizará un solo pase. La labor se llevará a cabo a finales de marzo (tras la instalación del sistema de riego). Para ello se utilizará un tractor de 120 CV, con un rendimiento de 3 ha/h a una velocidad media de 7,5 km/h (Arazuri, 2016).



Figura 3. Cultivador de brazos vibrantes. Fuente: <http://www.bosquezamora.es/>

Con este apero se consigue la rotura final de los terrones que pudiesen existir, el mullido del terreno y la eliminación de las malas hierbas.

Al tratarse de un cultivo que no precisa de una gran concentración de nutrientes en el suelo y la existente es suficiente, no sería necesaria la realización de una enmienda orgánica de acuerdo a lo reflejado en el análisis edafológico expuesto en el Anejo II.

3. Época de la plantación

Existen dos épocas distintas de plantación como son la primavera y el otoño. La elección dependerá de las condiciones climáticas de la zona, fundamentalmente de la presencia de heladas y de vientos fuertes que puedan afectar a los individuos jóvenes.

La parcela se encuentra en la provincia de Soria, considerada como una zona fría con heladas en invernales importantes. Por lo tanto, la plantación se comenzará durante la segunda quincena del mes de marzo, cuando no existe una alta probabilidad de heladas, y si existen son de carácter leve.

Al realizar la plantación en primavera es posible utilizar plantas procedentes de vivero tanto con una savia como con dos. En el caso de que la plantación se realizase en otoño no podrían utilizarse plantas de una savia ya que los niveles de micorrización se encontrarían en los límites de su autorización (Diputación de Huesca, 2015).

4. Marco de plantación

La elección del marco de plantación en el que estarán dispuestas las especies leñosas se ve condicionada por los siguientes factores:

- El potencial de desarrollo futuro de los árboles (a menor desarrollo es posible un marco menor).
- La presencia de riego en la explotación (con presencia de riego el marco es menor, al tener menor necesidad de exploración por parte de las raíces).
- El precio de la unidad de superficie de tierra (en el presente caso no es contemplable).
- El precio de la planta micorrizada.
- Las características de la maquinaria utilizada en la explotación.
- Las dimensiones y la forma del terreno.

El marco de plantación ideal sería aquél en el que en todo momento la separación entre los pies de los árboles fuera siempre el doble de la altura del árbol. A medida que van

creciendo los plantones se irán aclarando de forma que se mantenga constante la relación separación de plantas y su altura.

De este modo se dirige de manera correcta el crecimiento radical del árbol, sin que establezca relaciones de competencia con los individuos situados a su alrededor. De igual manera, se consigue una buena propagación del micelio, sin que pueda verse afectado por la competencia con otros hongos que establecen micorrizas. Sin embargo, esta situación se encuentra muy lejos de la realidad ya que supondría un coste excesivo (Reyna, 2007).

Actualmente se tiende a diseñar las plantaciones con mayores separaciones, con el fin de evitar los problemas comentados anteriormente, pero sin tener gastos excesivos.

Como la explotación que se va a diseñar en el presente proyecto va a estar dotada por un sistema de riego se puede tender a la utilización de marcos más reducidos. Los principales marcos de plantación utilizados en el cultivo de la encina se encuentran resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Marcos de plantación habituales en encina. Fuente: (Reyna, 2007).

Especie	Sin riego		Con riego	
	Superficie m ² /planta	Marcos m	Superficie m ² /planta	Marcos m
Encina	30 a 50	6 × 5 6 × 6 6 × 7 7 × 7	25 a 35	5 × 5 5 × 6 6 × 5 7 × 5

Generalmente se aconseja la utilización de marcos reales, ya que estos permiten la mecanización del cultivo y no producen áreas de sombra continuas. Por esta razón, se va a considerar un marco de 6 x 6 metros para la disposición de las encinas (Reyna, 2000).

Cabe destacar que en varias zonas del perímetro de la parcela existen árboles propios del lugar, con lo que en estos casos se deberá guardar una distancia mínima de 10 metros entre éstos y las encinas. En el caso del espliego, aunque no sea necesario en términos de competencia, también se guardará esta distancia con el fin de evitar que las plagas que puedan habitar en la maleza que rodea a la parcela puedan causar un ataque debido a la cercanía entre las especies vegetales.

Utilizando el marco escogido la densidad de plantación teórica sería de 250 plantas por hectárea. Debido a los márgenes de 10 metros que se han establecido, la densidad final de encinas será de 215-220 plantas por hectárea.

En el caso del espliego se utilizan, en cultivo industriales, unas 8.000-9.000 plantas por hectárea (Luna, 1980). En este caso al tratarse de un cultivo intercalar la densidad es de 2076 plantas por hectárea debido a que la distancia entre las líneas es mucho mayor a la utilizada normalmente (6 metros), a pesar de que si se utilice la separación de 0,70 metros estándar entre plantas.

El espliego no se dispone sobre el terreno con ningún marco de plantación concreto (respecto a la separación entre líneas, ya que sería de 6 x 0,7 metros, algo que no es lógico para hablar de un marco), sino que se colocará formando líneas rectas paralelas y equidistantes (3 metros) a las líneas de encinas.

La disposición del cultivo principal y del cultivo intercalar se haya descrita gráficamente en los Planos V y VI.

5. Replanteo

La labor del replanteo es fundamental de manera previa a establecer una plantación, ya que es la que da una indicación sobre la posición en la que se debe colocar cada especie vegetal. Mediante el uso de un tractor de 100 CV orientado con un GPS y una reja se determina la ubicación exacta donde irá plantada cada especie.

La tarea se realizará en los dos sentidos de la parcela. En el primer sentido (orientación norte sur) se marcarán las líneas donde irán dispuestas las encinas con una separación entre ellas de 6 metros. Dentro de este primer trabajo también se designarán las líneas continuas en las que se ubicarán las plantas de espliego, en la zona media entre las líneas de encinas, a 3 metros de ellas.

El segundo trabajo consiste en la creación de las líneas de encina en el sentido perpendicular a las anteriores y también con 6 metros de separación.

En el punto en el que confluyan las líneas en ambos sentidos se colocará una estaca y será el lugar donde se instalará posteriormente el árbol. Puede darse el caso de que existan singularidades a la hora de determinar la ubicación de las encinas en la parcela debido morfología. En estos casos se deberán tener presentes los planos del proyecto a modo de orientación clave, así como una cinta métrica con una extensión mínima de 20 metros. Se colocarán tantas estacas como encinas vayan a ser plantadas, en este caso 927 unidades.

La labor se lleva a cabo tras haber realizado el laboreo secundario, durante la última semana de marzo, con el objetivo de realizar la plantación la semana siguiente.

El rendimiento del trabajo se estima en 0,4 ha/h, incluyendo el marcado con estacas de encina y las líneas de plantación de espliego.

6. Recepción de la planta

Las plantas procederán de viveros inscritos en el Registro oficial correspondiente, con un potencial productor capaz de alcanzar la cantidad de planta de calidad requerida para el proyecto. El pedido de plantas, al poseer un volumen considerable, se realizará con suficiente antelación.

Las plantas serán preparadas para su transporte de acuerdo a las exigencias propias de la especie, así como de su edad y del sistema elegido para el transporte. En todo momento la planta irá bien asegurada, y manteniendo una cierta distancia entre ellas para evitar daños.

El transporte de las plantas de encina micorrizadas y de espliego debe ser directo, sin cargas ni descargas intermedias, lo más rápido posible. La zona de transporte del vehículo deberá estar cerrada, para evitar daños a las plantas por bajas temperaturas o desecaciones.

Las plantas se suministrarán con su cepellón humedecido, pero sin una humedad excesiva, ya que dificultaría su extracción del envase de forma completa.

La descarga se realizará de forma rápida y cuidadosa a la vez y con los medios necesarios, aprovechando este momento para revisar cuidadosamente el envío comprobando el número, clase y estado de las plantas recibidas. Se debe hacer, al mismo tiempo, una comprobación del etiquetado e identificación de los lotes y la coincidencia de lo recibido con el pedido original. También se evaluará el grado de micorrización con muestreos rápidos.

Si tras la evaluación de las plantas recibidas, se considera que existen ejemplares que han sufrido durante el transporte, se podrá proceder a su devolución sin ningún cargo y se compensará con un ejemplar de remplazo por parte del proveedor sin coste adicional.

Las plantas se transportarán a la parcela durante la segunda semana del mes de marzo, cuando la labor de replanteo haya sido finalizada. A partir de su recepción se llevará a cabo la plantación, para no perder la humedad del cepellón con la que vienen del vivero. Como el vivero se encuentra en Soria, cerca de la parcela, el transporte no conllevará mucho tiempo. En el caso de que por motivos climatológicos (o por falta de tiempo) no se pudiese realizar la plantación de manera seguida a la recepción de la planta, se habilitará una nave de almacenamiento cercana a la parcela para guardar la planta de forma adecuada hasta el próximo día favorable.

Se recibirán un total de 927 plantas de encina micorrizadas y 9000 ejemplares de espliego. En el caso del espliego se comandan 32 ejemplares más que los previstos por si le sucediese algo a alguno de ellos durante la plantación y tuviera que ser remplazado. En el caso de la reposición de marras de encina se realizará más adelante, con el número exacto de ejemplares, debido a su precio elevado.

Las plantas de encina poseerán una savia de edad y tendrá una buena relación entre el sistema radical y la parte aérea. El porcentaje mínimo de micorrización de raíces exigido será de un 30%. La altura exigida por la planta girará en torno a los 25-30 cm mientras que el grosor será de 6-7 mm (Figura 4). Las plantas vendrán en envases de 400cc. Las plantas de espliego poseerán una altura de 15-20 cm (Figura 5).



Figura 4. Encinas micorrizadas en cepellón. Fuente: <http://elorigendelatrufa.com/>



Figura 5. Plantas de espliego en cepellón. Fuente: <http://www.paula.cl/>

7. Labores de plantación

Tras la recepción de las plantas, en la primera semana del mes de abril, se colocarán en el terreno las 927 plantas de encina (*Quercus ilex ssp. rotundifolia*) micorrizadas con *Tuber melanosporum vitt* y las 8968 plantas de espliego (*Lavandula latifolia*). Las plantas se irán distribuyendo por el terreno para facilitar el trabajo.

Como sobre el terreno se ha realizado laboreo con un cultivador, el suelo estará bien mullido, por lo que serán suficientes 3 ó 4 golpes de azada para abrir un hoyo suficiente para la colocación de la planta.

Para la colocación de las encinas, se extrae la planta del contenedor sin dañar el cepellón y se dispone en el hoyo, rellenando posteriormente los espacios con tierra. La profundidad de plantación es un factor clave, ya que si es muy grande se puede producir la asfixia de la planta y si es escasa hay posibilidad de que no arraigue. Para ello se determinará la

profundidad correcta y se llenará el hoyo con tierra hasta alcanzarla antes de introducir la planta.

Es necesario presionar con el pie alrededor del árbol con el fin de evitar la creación de espacios de aire. Se realizará un alcorque de 50 cm de diámetro alrededor del árbol para poder realizar después de la plantación un riego de asentamiento de la planta de unos 10 litros de agua.

En este caso no se considera necesaria la utilización de tubos protectores para los árboles, ya que se vallará la plantación y se evitará que la fauna pueda interferir con el cultivo. Tampoco se utilizará acolchado en esta fase debido a que supone un coste adicional y a la posibilidad de que se incorpore al suelo como materia orgánica (si se utiliza paja) y desequilibre las condiciones del mismo. En el caso de que fuese necesario otro riego de apoyo, se estima como un trabajo más rentable que la instalación de un acolchado que evite la evaporación (Diputación de Huesca, 2015).

Para la plantación del espliego se utiliza una máquina plantadora arrastrada por un tractor de 140 CV, en la que un rejón marca la línea de la fila y una vertedera, abre el surco. En la parte trasera las pinzas de los brazos se abren depositando las plantas en el surco y las ruedas traseras las entierran y apisonan.

Un operario se encargará de supervisar el trabajo de la máquina, colocando bien aquellas plantas mal colocadas, así como reponiendo las plantas en el depósito.

Los rendimientos para la colocación de plantas de encina se sitúan en 100 plantas/hora los de la plantación del espliego en 1000 plantas/hora.

8. Riego de apoyo en la plantación

Tras la plantación se realizará un riego para asegurar el arraigo. Cabe destacar que, aunque se realizará un primer riego de arraigo, es conveniente no excederse en la cantidad de agua aportada para estimular la exploración del suelo por parte de las raíces y tener plantas fuertes. De lo contrario, el sistema radical no se desarrollará completamente (Reyna, 2007).

La aplicación de agua, que provendrá del pozo de la explotación, se realizará mediante una cuba de 4.000 litros acoplada a un tractor de 140 CV que distribuirá el agua en los alcorques mediante una manguera doble. Se aplicarán en torno a 10-15 litros por planta en el alcorque.

Las plantas de espliego serán regadas igualmente con una manguera flexible, aportando una cantidad reducida de agua para asegurar su arraigo. Además, uno de los requisitos que se demandan al viverista es el de proporcionar las plantas con el cepellón húmedo.

El rendimiento de esta labor es de 140 plantas/hora, incluyendo el riego de las líneas de espliego.

En este caso la labor de riego se puede realizar con maquinaria con anchura superior al espacio entre las calles ya que el cultivo de espliego tendrá 20 cm de altura, por lo que el tractor puede pasar sobre dichas plantas sin efectuar ningún daño.

9. Vallado de la plantación

De forma previa a la plantación de las especies vegetales se procederá al vallado de la plantación para evitar la entrada de fauna salvaje y de personas ajenas a la explotación.

El procedimiento para la instalación, así como las características de los materiales utilizados se hallan expuestos en el Anejo X.

10. Instalación del sistema de riego

La instalación del riego se ejecutará tras la realización de tareas preparatorias del suelo en profundidad y antes del paso de cultivador, con el fin de no comprometer al sistema y dañarlo. Por tanto, estas labores se llevarán a cabo durante la primera quincena de marzo.

La sectorización de la parcela y el esquema general de la red de riego se encuentra detallado gráficamente en los Planos VII y VIII.

Se enterrarán la tubería primaria, las secundarias y terciarias de la red, dejando a la superficie las conexiones necesarias para empalmar las tuberías laterales. Se instalará también el cabezal de riego dentro de la caseta de riego de hormigón prefabricado.

Las zanjas para enterrar las tuberías se realizarán con una retroexcavadora, y tendrán una profundidad mínima de 1,2 m, siempre asegurando una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y el terreno. La anchura de las zanjas oscilará entre 0,40-0,50 m, en función del diámetro de la tubería. En el interior de la zanja se dispondrá una capa de arena de 0,15 m de espesor para asegurar el asentamiento de la tubería.

Las características constructivas del sistema de riego se hallan descritas en el Plano IX.

Tras la plantación, se instalarán las tuberías laterales en superficie y los microaspersores, con el fin de asegurar las necesidades hídricas de la plantación en el periodo estival.

En el Anejo XIII se detalla el dimensionamiento de la red de riego y sus características y componentes, así como los del cabezal de riego y del sistema de bombeo.

11. Maquinaria y mano de obra

A continuación, se detalla en la Tabla 2 el conjunto de maquinaria y mano de obra utilizada para llevar a cabo el establecimiento de la plantación.

Tabla 2. Maquinaria y mano de obra necesaria para el establecimiento de la plantación.

Trabajo	Maquinaria/herram	Alquiler	Mano de obra	Rdto Real
Desfonde	Tractor 140 CV y vertedera tetrasurco	Sí	Tractorista	0,73 ha/h
Subsolado	Tractor 140 CV y subsolador de tres brazos	Sí	Tractorista	0,62 ha/h
Laboreo secundario	Tractor 120 CV y vibrocultivador de 4 metros	Sí	Tractorista	3 ha/h
Replanteo	Tractor 100 CV y rejón de marcado	Sí	Tractorista, capataz y 4 peones	0,4 ha/h
Plantación encinas	Azada	-	Capataz y 4 peones	100 ud/h
Plantación espliego	Tractor 140 CV y plantadora	Sí	Tractorista y 2 peones	1000 ud/h
Riego de apoyo	Tractor 140 CV y cuba de 4.000 litros	Sí	Tractorista, capataz y 2 peones	140 ud/h
Instalación sistema riego	Retroexcavadora 90 CV	Sí	Especialista en riego, capataz, oficial construcción, maquinista y 7 peones	11 días por instalación
Instalación cabezal y caseta riego	Retroexcavadora 90 CV y bandeja vibrante	Sí	Especialista en riego, capataz, oficial construcción, maquinista y 7 peones	4 días/ud

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XII: Plan de mantenimiento y seguimiento de la plantación

ÍNDICE

1.	Introducción	3
2.	Cultivo Principal	3
2.1.	Periodo de adaptación	4
2.1.1.	Reposición de marras	4
2.1.2.	Laboreo del suelo	4
2.1.3.	Riego	5
2.1.4.	Tratamientos fitosanitarios y herbicidas.....	6
2.2.	Periodo de colonización	7
2.2.1.	Laboreo del suelo	7
2.2.2.	Riego	7
2.2.3.	Acolchado.....	7
2.2.4.	Poda.....	8
2.2.5.	Fertilización.....	9
2.2.6.	Seguimiento de la micorrización.....	9
2.3.	Periodo de asentamiento.....	10
2.3.1.	Laboreo del suelo	10
2.3.2.	Riego	10
2.3.3.	Poda.....	10
2.4.	Periodo de explotación	10
2.4.1.	Laboreo del suelo	11
2.4.2.	Riego	11
2.4.3.	Poda.....	11
2.5.	Recolección de trufas	11
2.5.1.	Adiestramiento del perro y modo de acción.....	12
2.5.2.	Características de la producción.....	13
3.	Cultivo intercalar.....	15
3.1.	Labores culturales	15
3.2.	Fertilización.....	16
3.3.	Riego	16
3.4.	Tratamientos fitosanitarios.....	17
3.5.	Recolección	17
3.5.1.	Metodología de la cosecha	17
3.5.2.	Destilado del producto	18
3.5.3.	Rendimiento y producción	19
3.6.	Levantamiento de la plantación.....	21

4. Maquinaria y mano de obra.....	21
-----------------------------------	----

1. Introducción

En el presente anejo se mostrará un plan mantenimiento y seguimiento para asegurar un buen desarrollo del cultivo.

El plan estará basado en un conjunto de técnicas de carácter cultural que asegurará el buen estado sanitario de la plantación, así como su nutrición y la satisfacción de sus necesidades hídricas.

2. Cultivo Principal

El principal objetivo que posee la realización de las labores culturales es favorecer el desarrollo del hongo ya que se considera que la planta se adaptará de manera segura.

La realización de las labores culturales en las plantaciones va encaminada al manejo de dos parámetros como son la humedad y la insolación del suelo. Para observar gráficamente la variación de éstos se utiliza un gráfico esquemático (Figura 1) en el que se muestra la situación óptima para el desarrollo de la trufa rodeada de una situación media y una situación límite.

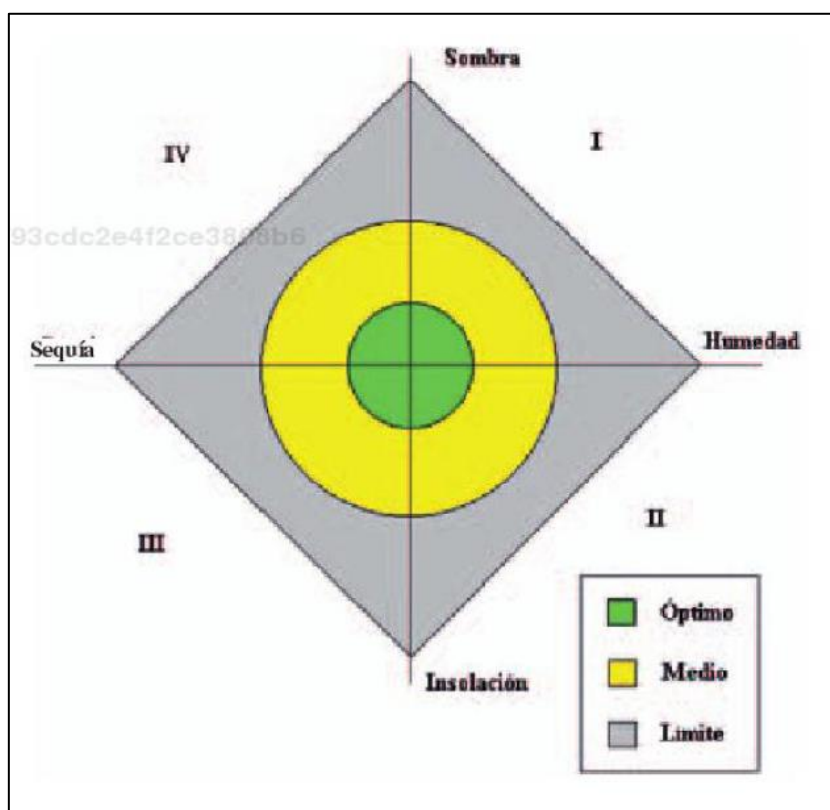


Figura 1. Gráfico sobre las diferentes situaciones en truficultura. Fuente: (Reyna, 2007).

El sector I corresponde con las zonas en las que no hay problema en la cantidad de agua disponible, pero si en el grado de insolación del suelo (Norte de España, Francia e Italia). El sector III representaría la gran mayoría de los suelos truferos de España (Reyna, 2007).

Mediante las diferentes prácticas culturales que se aplicarán en las distintas fases del cultivo descritas a continuación, se tenderá al desplazamiento por el gráfico para compensar los déficits.

2.1. Periodo de adaptación

Este periodo denominado como “travesía en el desierto” comprende los 3 primeros años de la plantación, desde que los árboles son dispuestos en el terreno hasta que se observan los primeros síntomas del desarrollo del micelio.

En este periodo solamente se observará el desarrollo aéreo de las encinas, y se debe asegurar su supervivencia.

2.1.1. Reposición de marras

Durante los primeros años es posible que algunas plantas sufran algún tipo de problema y no arraiguen correctamente. En ese momento, las plantas afectadas deben ser sustituidas por nuevas plantas. Esta sustitución se realizará lo antes posible, para no crear un desfase de crecimiento entre las plantas. Para ello, es indispensable que el truficultor esté atento a la evolución de su plantación en sus inspecciones rutinarias.

La cantidad de marras que puede existir en una plantación no es determinable, pero se estima alrededor de un 2%. Estas plantas se comandarán al vivero que suministró las plantas anteriormente (Reyna, 2007). En el caso de la plantación del proyecto se podría estimar, de acuerdo a lo comentado anteriormente, que se necesitarán en torno a 19 plantas.

La reposición se realizará de forma manual y con las mismas directrices que en la plantación anterior, realizándose con preferencia a la entrada del otoño del mismo año.

En el caso del espliego, la reposición de las plantas que no hayan arraigado se realizará las semanas posteriores a la plantación, siendo esta una labor rápida. Se utilizarán las plantas excedentes de la plantación.

2.1.2. Laboreo del suelo

En este periodo es muy importante mantener las proximidades de las plantas libres de hierbas mediante escardas manuales con azada. De este modo, se asegura la supervivencia

de las plantas y el hongo, reduciendo su competencia con las malas hierbas y reteniendo humedad para su desarrollo.

La labor manual será realizada por 4 operarios, que a la vez que realizan el escarde mejorarán la estructura del alcorque. El rendimiento de esta tarea se estima en 130 plantas por hora.

En las calles intermedias se pueden realizar labores de reja mediante un cultivador con colas de golondrina (Figura 2) de 1,5 metros de anchura y control de profundidad a 15 cm, pero ajustando la anchura de trabajo para no interferir en ningún momento con el cultivo intercalar. Para ello se utilizarán los pasillos entre filas de 1,5 metros, por lo que la anchura de trabajo no será superior a ese valor.

Se llevarán a cabo dos labores de este tipo al año: una en abril tras la campaña de recolección, y otra a principios de otoño. El rendimiento de esta tarea, utilizando maquinaria de anchura reducida, se estima en 1,3 ha/h. Se utilizará un tractor con una anchura 1,25 metros y 60 CV de potencia (Arazuri, 2016).



Figura 2. Cultivador con colas de golondrina. Fuente: <http://www.twins-farm.es/>

Es importante realizar las tareas sin comprometer en ningún momento la integridad de las plantas y del hongo, manteniendo las distancias necesarias.

2.1.3. Riego

Los riegos durante los primeros años de la plantación deben servir solamente para suministrar un aporte hídrico de supervivencia a la planta y al hongo.

Los riegos se aplicarán cada dos semanas desde que comienza a aparecer un déficit hídrico desde principios de la primavera hasta la mitad del verano. El déficit hídrico, según el estudio climático, se produce solamente durante los meses estivales.

A partir de ahí solo se deben de realizar riegos de finales de julio a otoño en caso de sequía extrema. Por tanto, en circunstancias normales, se considera que se realizarán tres riegos anuales durante las fechas señaladas, ajustando la cantidad de riego aportada a la mitad o una cantidad inferior al déficit existente para estimular de este modo el crecimiento radical (estrategia de riego deficitario).

Para calcular el déficit hídrico es preciso disponer de un pluviómetro instalado en la parcela o en las cercanías, y tomar los datos sobre la evapotranspiración de referencia de los servicios de agricultura locales.

2.1.4. Tratamientos fitosanitarios y herbicidas

Sobre el uso de herbicidas existen muchas discrepancias en función del país. En Francia, suelen ser utilizados por los trufficultores que persiguen itinerarios intensivos. En cambio, en Italia, no se recomiendan ya que mantienen la trufa como un producto plenamente compatible con el medio ambiente.

En España se sigue el modelo italiano y no se recomienda su utilización, ya que la hierba que se desarrolle en la parcela será eliminada mediante el laboreo superficial (Reyna, 2007).

Si se constata la presencia de hongos que ataquen a la parte aérea de la planta no se debe pensar que es algo grave, ya que no pone en peligro la producción de trufa y rara vez pone en peligro la vida del árbol. Los ataques más intensos pueden ocurrir en épocas de sequía o exceso de humedad, pero el árbol se recuperará al año siguiente.

Los hongos que causan la pudrición del duramen se introducen por las heridas de poda, por tanto, es necesario tratarlas con masilla o pintura antifúngica.

Los ataques de los hongos que causan la podredumbre de la raíz si se deben tener en cuenta, ya que pueden arruinar la plantación. Este ataque se puede prevenir, evitando que existan en la parcela raíces infectadas de cultivos leñosos anteriores. Este es el motivo por el que se recomiendan cultivos de cereal como antecedente.

Los insectos pueden producir defoliaciones en los árboles, aunque los ataques no son virulentos, y se tratan con un insecticida de contacto poco persistente.

Todo el conjunto de plagas y enfermedades que afectan al espliego se hallan recogidos en el Anejo XII.

2.2. Periodo de colonización

Corresponde al periodo comprendido entre los años 4 y 8 de la plantación. En él se produce la extensión del micelio en el suelo y la proliferación de micorrizas de trufa en el sistema radical.

El objetivo fundamental en este periodo es el de dotar al suelo de unas buenas condiciones para el desarrollo del hongo, y evitar la competencia por parte de otros hongos indeseables.

Hablando en términos del gráfico expuesto anteriormente, se busca estar en la zona central con tendencia hacia el sector III, intentando hacer que el cultivo se acostumbre a las sequias para asegurar su expansión (Reyna, 2007).

2.2.1. Laboreo del suelo

Es preciso tener en cuenta que durante este periodo de 5 años comenzarán a surgir los quemados alrededor del árbol como consecuencia de la extensión del hongo en el suelo.

Se seguirá realizando el escardado manual con azada hasta que se diagnostique la presencia del quemado, en ese momento se interrumpirá esa acción. Se considera, fundamentalmente para el análisis económico, que la aparición de los quemados se da en el año 6 de la plantación.

Se continuará con la labor de escarda a baja profundidad con cultivador entre las líneas, eliminando la competencia para el cultivo principal y el intercalar.

2.2.2. Riego

Se continuará aportando un riego deficitario durante los mismos periodos hasta la aparición de los quemados para estimular el crecimiento y la exploración de las raíces.

2.2.3. Acolchado

En esta fase el acolchado puede jugar un buen papel a la hora de evitar la proliferación de un buen porcentaje de las malas hierbas y de retener la humedad.

En la parcela de estudio existe pedregosidad superficial, por lo que no será necesaria la aplicación de ningún material complementario. De igual modo se manifestará a los operarios que se encargan de la escarda con azada de las zonas limítrofes de los árboles que vayan posicionando las piedras existentes en el futuro emplazamiento de los quemados para mejorar sus características y facilitar sus futuras tareas. En todo momento

se debe evitar la presencia de piedras en la zona de paso de los cultivadores que efectúan el laboreo.

2.2.4. Poda

La poda se realiza con el objetivo de formar el árbol para mejorar la insolación en el quemado, lograr un crecimiento equilibrado del árbol y controlar a proliferación de brotes adventicios.

La forma que se busca en los árboles truferos es el de cono invertido, con la base del tronco y el tercio inferior despejado de ramas y rebrotes. Así se consigue la incidencia oblicua de los rayos del sol (Figura 3).

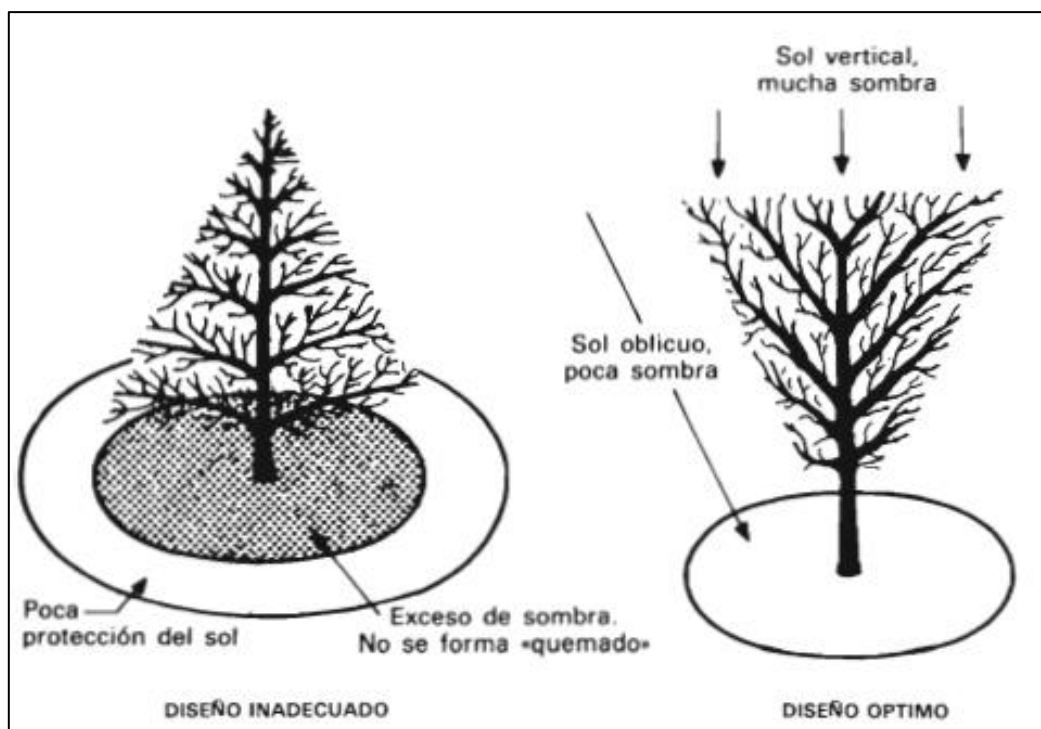


Figura 3. Método de poda de los árboles en truficultura. Fuente: (Delmas, 1983)

La intensidad de la poda no debe ser elevada puesto que se producirían desequilibrios nutricionales y fisiológicos que pondrían en peligro el desarrollo de las micorrizas. La intensidad de la poda no puede eliminar más de un 15-20% de la masa foliar del árbol (Diputación de Huesca, 2015).

Durante estos primeros años se recomienda solamente la realización de podas muy ligeras con el fin de evitar la proliferación de rebrotes en la parte basal del árbol. Las heridas de poda deben de ser protegidas con masilla o pintura con efecto fungicida para evitar la pudrición causada por los hongos (Bonet et al, 2008).

La época para la realización de estas labores de poda es el final del mes de marzo, cuando la actividad vegetativa del árbol es baja.

Los trabajos de poda los realizarán cuatro operarios, con un rendimiento de 130 plantas/hora.

Los restos de poda serán depositados en un margen de la parcela, y al tratarse de una cantidad reducida, serán recogidos posteriormente por una persona del municipio (con la autorización pertinente) para labores de compostaje y hortícolas ajenas a la explotación.

2.2.5. Fertilización

En el presente proyecto no será necesaria la aportación de ningún tipo de fertilizante en ninguna de las etapas del cultivo ya que se ha constatado mediante el análisis de suelo que existen concentraciones de elementos minerales dentro de los valores recomendados.

2.2.6. Seguimiento de la micorrización

Durante el desarrollo de la plantación es necesario llevar un control de la micorrización con el fin de observar el desarrollo del hongo y diagnosticar la presencia de hongos competidores. Se realizarán muestreos periódicos (Figura 4).

Se deben tomar varias muestras aleatorias de diferentes árboles y zonas de la plantación, mediante una azada y sin dañar excesivamente las demás raíces del árbol. Las raíces micorrizadas extraídas se llevan a un laboratorio para proceder a su análisis y conocer el estado de desarrollo del hongo.



Figura 4. Muestreo de raíces micorrizadas. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

2.3. Periodo de asentamiento

Es el periodo comprendido entre la etapa de colonización y la de explotación (desde los 8 hasta los 10-12 años). La trufa alcanza una masa crítica de micelio y micorrizas, por tanto, interesa mantenerse, de acuerdo al gráfico, en una fase de alternancia anual entre los sectores I y II y el sector III.

En esta fase los quemados ya se están desarrollando a mayor velocidad, por lo que hay que tener cuidado a la hora de la realización de las labores culturales.

2.3.1. Laboreo del suelo

Al aparecer los quemados hay que interrumpir el laboreo alrededor de los árboles, ya que el hongo realiza su propia acción frente a las malas hierbas. Además, la acumulación de piedras sobre los quemados ayudará al hongo a realizar su acción.

Se continuarán realizando tareas de laboreo superficial entre las calles para eliminar la vegetación en primavera y beneficiar al cultivo intercalar en sus últimos años de producción.

2.3.2. Riego

En este periodo se realiza una transición entre el modelo de riego deficitario del periodo anterior y el modelo de satisfacción de las necesidades que será propuesto en la fase de explotación.

Por tanto, se irán variando progresivamente las dosis de riego aplicadas, hasta que en los últimos años de este periodo se asemejen al déficit real.

2.3.3. Poda

En este periodo continuarán las podas ligeras de formación para dotar al árbol de la forma requerida para mejorar la insolación y aireación. Se deberán proteger las heridas frente a los hongos. Se realizará a la entrada de la primavera.

2.4. Periodo de explotación

Con los quemados correctamente desarrollados, en torno al año 10-12 se entra en el periodo de explotación, en el que comienza la producción de la trufa.

2.4.1. Laboreo del suelo

El laboreo en esta fase es un trabajo con el que es preciso tomar precauciones en cuanto a su profundidad. Se ha demostrado que un suelo trabajado y mullido aumenta la producción de la trufa (Reyna, 2007). Por tanto, se realizará una labor a una profundidad máxima de 8 cm entre las calles, y en el quemado se rastrillará manualmente el terreno para dotarlo de aireación. La labor se realizará al finalizar la campaña de recolección y, en el caso de que se observase una gran proliferación de malas hierbas a principios de otoño, podría repetirse la labor.

Al entrar en el periodo de explotación (año 10) se producirá el levantamiento de la plantación de espliego, por lo que el laboreo ya puede ser realizado en la totalidad del espacio entre líneas. Para ello se utilizará un tractor de 100 CV y un cultivador de cola de golondrina de 2,5 metros de anchura. El rendimiento de esta tarea se estima en 2,3 ha/h.

2.4.2. Riego

En la fase de producción, la finalidad del riego es complementar la lluvia para mantener la producción de trufas.

En este periodo se aportarán entre 30 y 60 l/m² mensuales entre precipitaciones (según el régimen del año) y riego desde mayo-junio hasta agosto-septiembre.

Hay que tener precauciones a la hora de no regar en exceso ya que se reducirá la producción de trufa.

2.4.3. Poda

El objetivo de la poda en este periodo es limitar el crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular, evitando el cierre de copas. La intensidad de la poda puede ser más alta que en los años anteriores ya que los árboles poseen mayor robustez.

La frecuencia de la poda será bianual hasta llegar al año 20 de la plantación, a partir del cual puede realizarse cada 4 años.

El rendimiento de esta labor es de 130 plantas/hora.

2.5. Recolección de trufas

La época de recolección para la trufa negra de invierno, según la legislación reflejada en el Anejo XVI, se inicia a mediados de noviembre y finaliza a mediados de marzo. Deberá respetarse este período para no recolectar trufas inmaduras, de poca calidad, o podridas.

2.5.1. Adiestramiento del perro y modo de acción

La búsqueda o caza de trufa con perro es la práctica más conveniente, así como la más adecuada en todos los sentidos y la única legalmente permitida.

La experiencia ha demostrado que para buscar trufa es válida cualquier raza. Lo más importante es acostumbrar al animal desde pequeño.

Existen varios sistemas de adiestramiento. Uno consiste en que el cachorro acompañe a un perro mayor que haya trabajado en campañas anteriores y el otro en utilizar la trufa como parte de la alimentación del perro de diferentes modos, que será el utilizado en este caso (Aguilar, 1982).

La forma de adiestrar al perro no es difícil si el perro está dispuesto a colaborar. Una vez el perro ha aprendido a acudir cuando se le llama, puede comenzarse a educar para cazar trufas, para ello se le hace pasar algo de hambre sin hacer sufrir al animal, solamente reduciendo la cantidad de comida aportada. En este momento se le muestra el olor de la trufa y se le recompensa con un trozo de un alimento apetecible.

Una vez se ha realizado esta operación unas cuantas veces, se entierra una trufa y se le indica que la busque haciéndole pasar por sus proximidades. Cuando el perro la encuentra rascará la tierra, es el momento de darle una caricia en el lomo, sacar la trufa y recompensarle. Esta operación repetida unas cuantas veces dará al perro el carácter de iniciado (Aguilar, 1982).

Al igual que en la caza auténtica, el perro debe ir retenido por las órdenes de su amo, no alejarse excesivamente, y repasar cada uno de los árboles del itinerario cuando así se lo indican (Figura 5).



Figura 5. Búsqueda de trufas por el perro. Fuente: (Reyna, 2007).

Cuando encuentra una trufa se detiene, olfatea el suelo, lo rasca un poco con sus patas delanteras y espera, moviendo el rabo, que se acerque el amo para solicitar la recompensa (Figura 6).



Figura 6. Localización de la trufa por el perro. Fuente: (Reyna, 2007).

Entonces el truficultor, con una piqueta en forma de puñal recio, cuidadosamente, sintiendo por el tacto a través de la piqueta donde está, acabará de desenterrar la trufa, se la dejará oler al animal y le recompensará adecuadamente (Figura 7).



Figura 7. Extracción de la trufa por parte del truficultor. Fuente: (Reyna, 2007).

Una vez extraída la trufa se vuelve a tapar el hoyo o pozo, y se puede poner una marca con alguna rama o piedra a modo indicativo para futuras ocasiones.

2.5.2. Características de la producción

A lo largo de todo el periodo de recolección (principios de diciembre a mediados de marzo) la producción experimenta muchas variaciones. La producción máxima se

localiza en el mes de enero. No existen muchos datos contrastables para esta casi ya que los truficultores se muestra reacios a aportarlos, pero se han realizado evaluaciones de la producción durante periodos de 4-5 años (Figura 8) y con carácter anual en diferentes truferas del país (Figura 9) (Reyna, 2000).

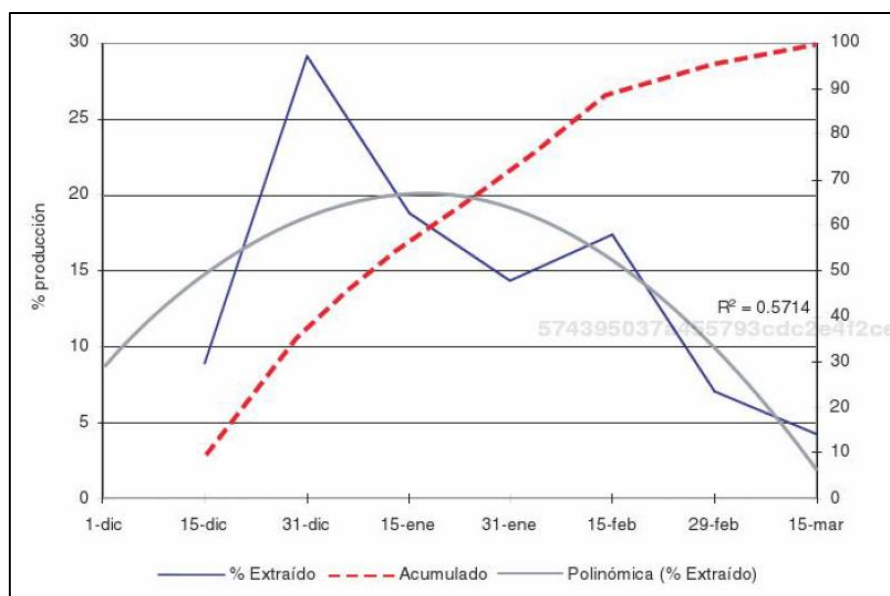


Figura 8. Producción anual de trufa durante la campaña. Fuente: (Reyna, 2000).

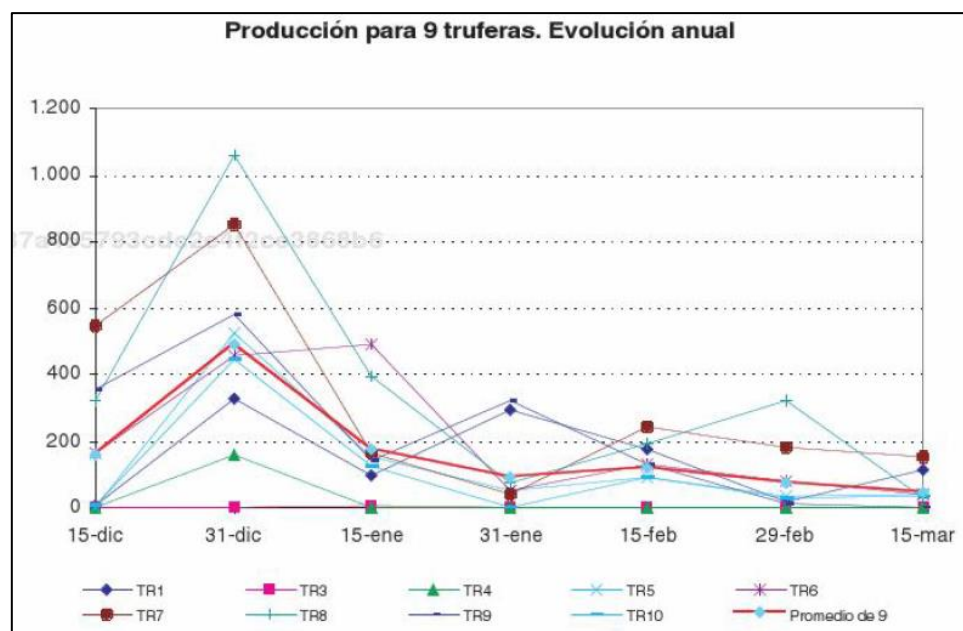


Figura 9. Evolución de la producción anual en 9 truferas españolas. Fuente: (Reyna, 2000).

El aprovechamiento se suele realizar cada 7-10 días, ya que por debajo de este periodo solo se obtienen trufas inmaduras.

Las ventas se realizan en los mercados locales que existen en la geografía española. La información sobre estos y el proceso de comercialización se encuentra descrito en el Anejo XIV.

A la hora de hacer estimaciones sobre el rendimiento de la trufera, solamente existen datos muy variables de producción por lo que no sería correcto anticipar acontecimientos. Existen plantaciones con riego con producciones constantes de 100 kg/ha y otras que no llegan a los 10 kg/ha.

En las plantaciones con riego de todos modos, los rendimientos tienden a ser más constantes. Los valores medios se hallan en torno a los 10-50 kg/ha anuales. El límite de rentabilidad para este tipo de explotaciones se encuentra en los 15 kg/ha anuales.

A pesar de no poder estimar la producción de una trufera, un buen mantenimiento y una correcta ejecución de las diferentes tareas puede contribuir a asegurar una rentabilidad futura.

3. Cultivo intercalar

El cultivo de espliego se va a realizar siguiendo la metodología del cultivo en secano, por lo que no será necesario un complejo mantenimiento de la plantación.

Como para cualquier cultivo de secano, el agua es el mayor factor limitante. Por tanto, las labores irán encaminadas a acumular y mantener el agua de lluvia que caiga en el suelo, además de eliminar la vegetación espontánea que pueda haber entre las líneas y que utiliza el agua y los alimentos nutritivos que posee el suelo.

En todo momento se tiene en cuenta que la trufa es el producto principal de la explotación, por lo que siempre se deben adaptar las tareas realizadas en el espliego a las realizadas para la trufa.

Cabe destacar que prácticamente todas ellas se adecuan a las labores propias de la truficultura, por lo que será posible obtener los rendimientos deseados de espliego y poseer ese beneficio esperado durante los diez primeros años.

3.1. Labores culturales

Para el cultivo del espliego se realizarán dos labores superficiales para eliminar las malas hierbas: una en otoño y otra a principios de primavera.

Se corresponden por tanto con las labores realizadas para el cultivo principal y se realizarán como se ha descrito anteriormente.

3.2. Fertilización

El espliego no es una planta exigente en cuanto a fertilización, habiéndose aconsejado en ocasiones no añadirlos a las plantaciones. A pesar de ello, se ha constatado que tienen una influencia positiva sobre la producción si se aplican en cantidades moderadas (Muñoz, 1987).

Las cantidades de los tres macronutrientes a aplicar son equilibradas, situándose en las 50 unidades fertilizantes por hectárea. En vez de aplicar abonos simples se optará por un fertilizante ternario 10:10:10 con abundancia de los tres elementos similar, aplicado en dosis de 500 kg/ha.

La aplicación se realizará de forma localizada, para no interferir en ningún momento con el cultivo de la trufa. Con este tipo de aplicaciones se consigue que los nutrientes estén en el entorno de la planta y los excedentes sean lavados hacia abajo. De hecho, el análisis edafológico expuesto en el Anejo II muestra un contenido en nitrógeno (el elemento restrictivo en truficultura) bajo, por lo que esta aplicación de carácter anual no modificará el status del suelo.

La tarea se realizará de forma posterior al laboreo de otoño. Se utilizará una abonadora pendular suspendida portada por un tractor de 100 CV.

El tractor circulará sobre la línea de plantación del espliego, ya que este no poseerá una gran altura en estos momentos y no sufrirá daños por el paso del tractor sobre él. La amplitud del péndulo se ajustará mediante un cabezal a 1,50 metros, para no repartir abono fuera de la ubicación del espliego. El rendimiento de esta tarea es de 1 ha/h.

La ventaja de realizar esta tarea en otoño es la existencia de lluvias que ayudarán a que el fertilizante sólido se incorpore al suelo y esté disponible para el desarrollo de las plantas.

3.3. Riego

Los riegos para el desarrollo del espliego no serán necesarios, en principio, ya que se trata de una especie que se desarrolla bien en secano con valores de precipitación de entre 400 y 600 mm (Luna, 1980).

Como demuestra el estudio climático recogido en el Anejo I, en la parcela existe una media de 520 mm anuales de precipitación, por lo que el espliego podrá desarrollarse correctamente y dotar al propietario de los rendimientos esperados.

En el caso de un verano con una sequía extrema, si podría realizarse un riego de apoyo. No obstante, este dato no será contemplado para el análisis económico al ser un hecho eventual.

Cabe destacar que los microaspersores instalados en la parcela poseen un radio de alcance de 4,75 m, por lo que la lluvia exterior emitida por estos les alcanzará cada vez que se riegue la trufa.

3.4. Tratamientos fitosanitarios

Los tratamientos fitosanitarios, al igual que con el cultivo de la trufa, se deberán evitar a no ser que sean estrictamente necesarios.

Se optará por tanto por una buena lucha preventiva, sobre todo para los hongos que residen en el suelo y pueden causar la podredumbre radical. Para ello se requiere un cultivo antecedente que no sean plantas leñosas, aspecto que en este caso se cumple al proceder de un cultivo de cereal (Muñoz, 1987).

En el caso de que se diagnostique la presencia de alguna plaga que ataque a partes muy sensibles como la propia inflorescencia, se recurrirá al tratamiento directo de la plaga mediante el uso de productos habilitados por el Estado y en las dosis recomendadas en cada caso.

Por tanto, se realiza una lucha preventiva con labores culturales y la lucha química solo se realizará en caso de diagnóstico de la plaga.

Todo el conjunto de plagas y enfermedades que afectan al espliego se hallan recogidos en el Anejo XIII.

3.5. Recolección

3.5.1. Metodología de la cosecha

La floración del espliego se produce entre el final del mes de julio y el principio del mes de agosto, por lo que la recolección se realiza a mediados del último mes. Este momento corresponde al periodo de plena floración, en el que la concentración de ésteres de la planta es máxima.

El periodo de recolección no debe durar más de quince días ya que al darse el desarrollo de semillas se reduce la calidad del aceite esencial (Muñoz, 1987).

La recolección se realizará de forma manual, ya que la superficie de la parcela destinada a este cultivo es reducida. Para ello se contará con 8 operarios, que en las 8 horas de jornada serán capaces de segar todas las plantas (rendimiento de 0,125 ha/h).

Los operarios estarán provistos de una hoz con la cual segarán los escapos florales por encima de las hojas terminales de los tallos, sin incorporar la parte leñosa, ya que se

perdería calidad en el aceite. Los haces, con un peso de 2 kg, quedan atados al suelo a intervalos regulares para su posterior recogida. Ésta se realizará mediante un carro de 2 m³ (Figura 10) arrastrado por un tractor de 60 CV que circulará por el espacio de tránsito de 1,5 metros de anchura existente entre las filas de encina y las de espliego. Dos operarios situados detrás del carro irán recogiendo los haces realizados por los segadores y los incorporarán al mismo. El rendimiento de esta labor se estima en 0,2 ha/h, incluyendo el traslado de la materia prima del carro al remolque destilador.



Figura 10. Carro de pequeño tamaño para transporte. Fuente: <http://www.agroanuncios.es/>

Al realizar la recogida manual, la planta es podada en forma de bola, por lo que no se produce la muerte de la parte central de la planta como ocurre con la cosecha mecanizada.

Para conservar la calidad del aceite, es aconsejable destilar los escapos florales antes de que se produzca un recalentamiento (Luna, 1980).

3.5.2. Destilado del producto

La destilación del espliego se realizará en la propia parcela, ya que se trata de una cantidad material vegetal reducida (una hectárea) para cosechar al ser un cultivo complementario.

Para este proceso se utilizará un remolque destilador de 13 m³ que se alquilará a una empresa dedicada al cultivo de plantas aromáticas en explotaciones de gran tamaño. Se suministrará el propio remolque y el generador necesario para crear el vapor de la destilación.

El método utilizado para la destilación es el de arrastre de vapor de agua, que consiste en hacer atravesar el vapor entre el material vegetal, rompiendo así las paredes y membranas celulares, y liberando los aceites esenciales que son arrastrados por el vapor de agua. Este

método es el que mejor resultados da en cuanto a la calidad del aceite extraído (Luna, 1981).

Un remolque destilador es un remolque sencillo con las características de que bascula muchos grados, para que cuando saca el resto seco y compactado realice bien la descarga. El cuerpo del remolque está diseñado de tal modo que al incorporar calor y presión lo soporte sin ondular los laterales. Para crear la estanqueidad necesaria se utiliza una goma en la puerta y una goma en la tapa, con sus correspondientes husillos de seguridad (Figura 11).



Figura 11. Remolque destilador. Fuente: <http://www.remolqueshnosgarcia.com/>

La cantidad de material vegetal que se puede destilar en el remolque está relacionada con su capacidad de 13 m³, que corresponden a 13.000 litros. La producción por hectárea del espliego es variable en función del año de la plantación, pero en los mejores años producirá 5000 kg de escapos florales. Esto supone un volumen de tratamiento de 33.000 litros (considerando que 150 kg ocupan 1.000 litros), por lo que se realizarán tres labores de destilado.

El tiempo de destilado estimado es de 2 horas y media por proceso, por tanto, se deberá alquilar durante dos jornadas el remolque para poder hacer los tres ciclos completos y sus correspondientes cargas y descargas.

Los restos vegetales obtenidos del destilado serán destinados a la alimentación animal y serán utilizados por las explotaciones ovinas de las inmediaciones. El propietario accederá a donar los restos de la destilación con la condición de que el propio ganadero los transporte hasta su explotación por medios propios.

3.5.3. Rendimiento y producción

En España existe una tendencia ascendente en el cultivo de plantas aromáticas para la extracción de su aceite esencial, sobre todo las pertenecientes a la familia de las lavandas.

Este interés viene fomentado por la rentabilidad que poseen estas plantaciones y por la capacidad que tienen estas especies de desarrollarse en terrenos marginales y castigados (Figura 12).



Figura 12. Plantación de espliego en terreno árido. Fuente: <http://www.foro-ciudad.com/>

A pesar de que la producción va aumentando, no se satisface el total de las necesidades que poseen las industrias para el producto, por lo que las oportunidades de venta en el mercado son altas.

El rendimiento del espliego depende fundamentalmente de las condiciones climáticas y ecológicas del lugar en donde esté situada la plantación, así como de los cuidados culturales que se le apliquen. El rendimiento medio en aceite esencial es, aproximadamente, el 1 por 100 de la planta fresca destilada (Luna, 1980).

Los valores de rendimiento también varían con la edad de la planta, ya que la época de mayor producción se sitúa entre el tercer y el séptimo año. Una plantación de espliego suele tener una longevidad máxima de 10 años, ya que a partir de este año las producciones descienden drásticamente. El primer año el rendimiento es bajo, pero debe segarse la planta para fomentar el crecimiento posterior (Luna, 1980).

La Tabla 1 se muestran unos valores medios de rendimiento para el espliego, que son los que se tomarán para el análisis económico.

Tabla 1. Rendimientos medios de una plantación de espliego. Fuente: (Luna, 1980).

Años	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º
Litros de esencia por hectárea	—	16	30	45	45	45	40	30	30	—

El aceite destilado se venderá directamente a las empresas mayoristas de aceite esencial de la comunidad autónoma, ya que debido a la gran demanda de mercado de este tipo de producto es necesario que ellos mismo posean proveedores de aceite al no poseer suficientes explotaciones de producción. El precio será convenido entre ambos.

3.6. Levantamiento de la plantación

Las plantaciones de espliego resultan productivas hasta el año 10, a partir de ahí comienzan a poseer rendimientos bajos. Además, en ese año la trufa comenzará a producir, así que el cultivo se volcará plenamente en el producto principal.

Para el levantamiento de la plantación de espliego se utilizará una desbrozadora para arbustos y se les propiciará un corte en la zona cercana a su base. El rendimiento de esta tarea se estima en 0,25 ha/h.

Las plantas, que estarán en un estado avanzado de lignificación, se dejarán sobre el terreno con el fin de que se descompongan, y esa materia lignificada constituya un acolchado natural que disminuya la presencia de malas hierbas.

4. Maquinaria y mano de obra

A continuación, se detalla en la Tabla 2 el conjunto de maquinaria y mano de obra utilizada para llevar a cabo el plan de mantenimiento y seguimiento de la plantación.

Tabla 2. Maquinaria y mano de obra necesaria para el mantenimiento y el seguimiento de la plantación.

Trabajo	Maquinaria/herram	Alquile r	Mano de obra	Rdto Real
Reposición de marras	-	-	Capataz y 1 peón	100 ud/h
Escarda manual	Azada	-	Capataz y 4 peones	130 plantas/h
Laboreo entre líneas	Tractor 60 CV y cultivador de 1,5 metros.	Sí	Tractorista	1,3 ha/h
Poda	Tijeras de poda	-	Capataz y 4 peones	130 plantas/h
Labores de riego	Sistema de riego	-	Capataz	Según necesidad
Recolección trufa	Perros adiestrado	-	1 peón	Muy variable
Fertilización	Tractor de 100 CV y abonadora de péndulo a 1,5 m	Sí	Tractorista	1 ha/h
Siega espliego	Hoz	No	8 peones	0,125 ha/h
Transporte espliego	Tractor de 60 CV y carro de 2 m ³	Sí	Tractorista y 2 peones	0,2 ha/h.
Destilado	Remolque destilador	Sí	Capataz y 2 peones	2 h/proceso.
Levantamiento espliego	Desbrozadora	Sí	1 peón	0,25 ha/h

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XIII: Sistema de riego

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Diseño agronómico	2
2.1.	Necesidades hídricas de la plantación.....	2
2.2.	Marco de riego	3
2.3.	Dosis de riego.....	3
2.4.	Microaspersor utilizado.....	4
2.5.	Duración del riego.....	6
3.	Diseño hidráulico	6
3.1.	Tolerancia de caudales	6
3.2.	Tolerancia de presiones.....	7
3.3.	Diseño de la subunidad de riego	7
3.4.	Cálculo de caudales.....	8
3.5.	Cálculo de tuberías	9
3.5.1.	Cálculo de laterales	9
3.5.2.	Cálculo de tuberías terciarias	16
3.5.3.	Cálculo de tuberías secundarias	21
3.5.4.	Cálculo de la tubería principal.....	23
3.5.5.	Resumen de las tuberías escogidas.....	24
3.6.	Diseño del cabezal de riego.....	25
3.6.1.	Sistema de filtrado.....	25
3.6.2.	Programador	30
3.6.3.	Contador	30
3.7.	Elementos de regulación, control y distribución	30
3.7.1.	Electroválvulas	30
3.7.2.	Válvulas de mariposa	30
3.7.3.	Válvula de retención.....	30
3.7.4.	Ventosa trifuncional	30
3.7.5.	Manómetros.....	31
3.7.6.	Válvulas reguladoras de presión.....	31
3.8.	Sistema de bombeo.....	31
4.	Instalación de la caseta de riego	32

1. Introducción

En la parcela se va a instalar un sistema de riego localizado por microaspersión ya que se ha demostrado que es el más recomendable para el cultivo de la trufa.

La producción de trufa mediante el uso de este sistema aumenta significativamente, ya que se aportan los déficits hídricos existentes en verano, la época crítica de desarrollo de la trufa.

Este sistema proporciona ventajas respecto a otro tipo de riego localizado como es el goteo, como se expone en el Anejo IV.

La instalación del sistema de riego se producirá en el séptimo año, ya que hasta entonces no se desarrollan los quemados, y si se instalase solamente contribuiría a obstaculizar las labores y a desgastarse por la baja cantidad de uso.

En el presente anejo se abordarán todos los aspectos necesarios para el diseño completo de la red de riego, desde los aspectos agronómicos hasta el diseño hidráulico y la instalación de la caseta de riego.

2. Diseño agronómico

2.1. Necesidades hídricas de la plantación

Las necesidades hídricas de la trufa varían en función del tipo de suelo y de la región en la que se desarrolla, pero a partir de las estimaciones realizadas por los siguientes autores es posible realizar un resumen global orientativo:

- Verlhac (1990): recomienda dosis de riego de 15 mm cada 10 días de mayo a septiembre salvo que el suelo se mantenga húmedo.
- Sourzat (1994): recomienda 60 l en mayo, 60 l en junio, 50 l en julio, 80 l en agosto y 60 en septiembre para el área del Quercy (Francia).
- Kulifaj (1994): recomienda un mínimo de 200 mm entre agosto, septiembre y octubre.
- Sáez & De Miguel (1995): recomiendan aportaciones de mayo a septiembre de 50 a 60 l/mes.
- Palazón (1999): recomienda 2000 m³/ha anuales.
- Carbajo (1999): recomienda riegos de 25 l/m² cada 15 días en junio, julio, agosto y septiembre.
- Reyna (2000): recomienda que entre Julio y agosto las truferas deben recibir un aporte entre lluvia y riego de 150 mm con dosis de 30 a 40 l/m², aunque variable en función del suelo, frecuencia quincenal.

- Tagliaferro (2001): recomienda riegos de 25 a 30 l/m² cada 15 días desde mediados de junio a final de septiembre, sólo se descontaría del riego en caso de que hubiera lluvias superiores a 10 mm.
- Ricard (2003) indica necesidades mínimas de 300 l/m² en el período de junio, julio y agosto.

A partir de los datos proporcionados por los autores y el régimen de precipitaciones anual de la zona del proyecto se puede realizar una estimación global de la época en la que existirá un déficit hídrico en la parcela y las cantidades de agua a aportar (Tabla 1).

Tabla 1. Necesidades de riego de la trufa.

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
P (mm)	40	30	30	33
Necesidades (mm)	80	50	80	70
Déficit (mm)	-40,0	-20,0	-50,0	-37,0

Observando la tabla se puede deducir que en el caso más desfavorable de precipitaciones sería necesario aplicar 147 l/m² durante los meses en los que existe déficit hídrico.

A pesar de esto, para el diseño de la dosis de riego se planteará la condición de sequía extrema debido a la irregularidad de precipitaciones en la zona, en la que se aplican las necesidades del mes más restrictivo, en este caso junio y agosto con 80 mm.

2.2. Marco de riego

El marco de riego se hará coincidir con el marco de plantación de 6x6 m para facilitar su instalación.

Se colocará un microaspersor por planta, a escasa distancia de su tronco para asegurar un buen mojado del quemado.

2.3. Dosis de riego

Para el cálculo de la dosis real de agua a aplicar es necesario tener en cuenta factores como la eficiencia del riego, el momento del riego o las pérdidas por evaporación. Por tanto, estos condicionantes variarán la cantidad de 80 mm de agua a aplicar determinada anteriormente.

Teniendo en cuenta que los riegos se realizarán por la noche y la temperatura y el viento no serán un problema, se estima que el mayor condicionante será la eficiencia del riego. Para un sistema de microaspersión se fija una eficiencia en el riego de un 85% (coeficiente de ajuste de 1,15) (Antúñez et al, 2010).

Por tanto, la dosis real de riego es de:

$$80 \text{ mm} \times 1,15 = \mathbf{92 \text{ mm}} \text{ mensuales.}$$

2.4. Microaspersor utilizado

Para la elección de los microaspersores se tendrán en cuenta criterios como el radio de alcance del microaspersor y la capacidad de absorción del terreno.

En las plantaciones leñosas, como los frutales, se tiende a utilizar solapes en el riego del 75-80%, con el fin de asegurar un buen aporte hídrico en un radio amplio alrededor del árbol. En este caso, a pesar de lograr el efecto de solape, el riego va orientado al mojado del quemado y al fomento del desarrollo del hongo, por lo que la condición principal será asegurar un buen aporte hídrico en un radio de 2-2,5 m alrededor del árbol (área de desarrollo del hongo).

Respecto a la capacidad de absorción del terreno, un suelo en transición entre el franco y en franco-arenoso como el de la parcela posee atribuida una velocidad de infiltración de 20 mm/h (Pizarro, 1990). La pendiente no variará este factor ya que el mayor grado que se alcanza en la parcela corresponde a valores de 4%.

A pesar que la parcela posee ese valor de infiltración, el microaspersor se elegirá en base al 70% de ese valor, con el fin de dimensionar el sistema con seguridad. Por tanto, el valor de velocidad de infiltración que condicionará la elección del microaspersor es de 14 mm/h.

A partir del análisis de estos condicionantes se puede proceder a la elección del microaspersor que se utilizará.

Las siguientes figuras muestran las características básicas del microaspersor elegido:


Modelo Model	Orificio boquilla Nozzle size (mm)	Presión Pressure (bar)	Caudal Flow (l/h)	Largo Alcance* Long range 
Gris / Grey 30L	0.80	1.5	27	5.5
		2.0	31	5.5
Blanco / White 40L	0.90	1.5	35	6.0
		2.0	40	6.0
Marrón / Brown 50L	1.00	1.5	41	6.5
		2.0	48	6.5
Azul / Blue 60L	1.10	1.5	49	7.0
		2.0	57	8.0
Negro / Black 70L	1.20	1.5	60	7.5
		2.0	69	8.0
Verde / Green 80L	1.30	1.5	70	8.0
		2.0	81	8.5
Rojo / Red 100L	1.40	1.5	83	8.0
		2.0	97	9.5
Amarillo / Yellow 120L	1.65	1.5	109	8.5
		2.0	127	9.5

Figura 1. Características del microaspersor Azud-Raintec. Fuente: <http://www.azud.com/>

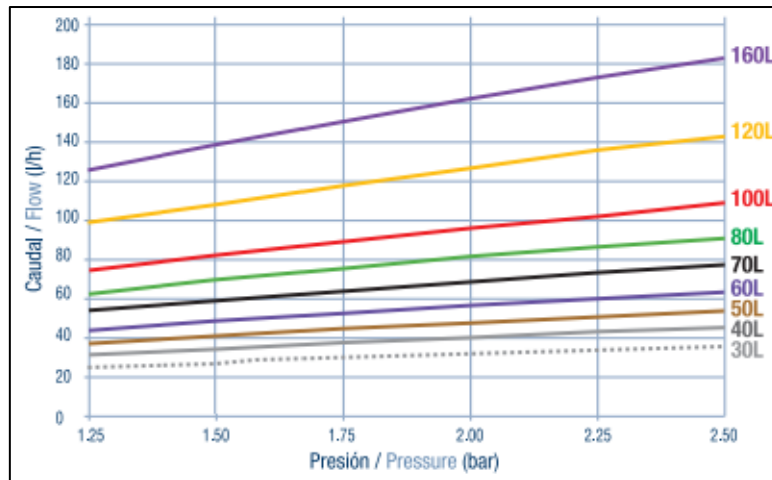


Figura 2. Relación entre la presión y el caudal del microaspersor. Fuente: <http://www.azud.com/>



Figura 3. Aspecto externo del microaspersor. Fuente: <http://www.azud.com/>

A continuación, se detallan todas las características del microaspersor elegido:

- Marca y modelo: Azud Raintec. Color amarillo y gris.
- Diámetro de alcance: 9,5 m.
- Caudal nominal: 127 l/h
- Presiones de trabajo: 1,3-2,5 bar
- Presión nominal: 2 bar.
- Coeficiente de uniformidad (CU): 0,90.
- Coeficiente de variación de fabricación (CV): 0,04. Categoría A ($CV < 0,05$).
- Relación caudal-presión: $q = K * h^x \Rightarrow q = 21,54 * h^{0,55}$

Posee un diámetro de alcance de entre 8,5 y 9,5, según la presión de trabajo, por lo que se logrará cubrir las exigencias hídricas del hongo y además conseguir un solape que mejore la uniformidad de la aplicación. Es preciso saber que el diámetro de alcance se ve modificado por la altura a la que se coloca el microaspersor y que en los últimos metros las gotas de agua son más finas y hay más riesgo de pérdidas, por lo que es aconsejable escoger un microaspersor con características superiores a las exigidas, como es el caso.

También se cumple el requerimiento sobre la velocidad de infiltración, ya que el microaspersor posee un caudal de 127 l/h (2 bar), por lo que su pluviometría para el marco de 6x6 m (36 m²) elegido es de 3,52 mm/h, un valor inferior a la capacidad de absorción del terreno.

2.5. Duración del riego

La aplicación del riego se realizará con una frecuencia de unos 10 días en los años más secos, sin excederse ya que se podría frenar el desarrollo de la trufa. Por lo tanto, es necesario calcular el tiempo de riego para aplicar la dosis de 92 mm mensuales distribuidos en tres riegos cada 10 días:

$$92 \text{ mm mensuales} / 3 \text{ riegos mensuales} = 30,66 \text{ mm a aplicar por riego.}$$

Y de acuerdo al caudal arrojado por el microaspersor, se obtiene el tiempo de riego:

$$30,66 \text{ mm/riego} / 3,52 \text{ mm/h} = \mathbf{8,71 \text{ horas}}$$
 durará cada riego.

En principio, y si no se ordena lo contrario, se comenzará regando desde la primera unidad de riego hasta la última de acuerdo a los turnos de riego fijados.

3. Diseño hidráulico

3.1. Tolerancia de caudales

Para calcular la tolerancia de caudales existen 3 métodos, de los cuales va a ser utilizado el que considera el coeficiente de uniformidad de riego y el caudal mínimo y medio de la subunidad de riego (Pizarro, 1990):

$$CU = (q_{ns} / q_a) \times (1 - (1,27 \times CV / \sqrt{e}))$$

Donde:

- CU (Coeficiente de uniformidad) = 0,90
- CV (Coeficiente de variación de fabricación) = 0,04
- e (nº de emisores que moja cada planta) = 1
- q_{ns} (Caudal mínimo)

$$- q_a \text{ (Caudal medio)} = 127 \text{ l/h}$$

Despejando la ecuación anterior:

$$q_{ns} = (CU \times q_a) / (1 - (1,27 \times CV / \sqrt{e})) = (0,9 \times 127) / (1 - (1,27 \times 0,04 / \sqrt{1})) = \\ = \mathbf{120,42 \text{ l/h.}}$$

3.2. Tolerancia de presiones

Con los datos obtenidos del método utilizado para la tolerancia de caudales se calcula la presión media y la presión mínima (Pizarro, 1990):

$$\text{Presión mínima} \rightarrow h_{ns} = (q_{na} / K)^{1/x} = (120,42 / 21,54)^{1/0,55} = 22,86 \text{ m}$$

$$\text{Presión media} \rightarrow h_a = (q_a / K)^{1/x} = (127 / 21,54)^{1/0,55} = 25,18 \text{ m}$$

La diferencia máxima de presiones permitida en la subunidad de riego (ΔP_s), compatible con el CU designado, será proporcional a la diferencia entre la presión media que produce el caudal medio y la presión mínima del sector:

$$\Delta H = M (h_a - (h_{ns})) = 2,5 (25,18 - (22,86)) = 5,8 \text{ m}$$

M es un valor que oscila entre 2 y 4,3 y que depende de la topografía de terreno y del número de diámetros utilizados en una misma tubería, pero como aún no ha definido la red de riego se toma un valor de 2,5 (es el más utilizado para cálculos a priori).

El valor de 5,8 refleja la magnitud que se puede perder en la terciaria y en el lateral, y se puede estimar que la variación de presión admisible de cada lateral (ΔH_l) y de la terciaria (ΔH_t) es de la mitad del valor:

$$\Delta H_l = \Delta H_t = 2,9 \text{ m}$$

3.3. Diseño de la subunidad de riego

Este proceso comprende la distribución en planta de secundarias y laterales, la determinación de los caudales, el cálculo de diámetros y el régimen de presiones.

A partir de la presión media calculada anteriormente, se determina la presión al comienzo del lateral (h_m), la presión mínima alcanzada en el lateral (h_n), la presión al comienzo de la tubería portalaterales (H_m) y la presión mínima alcanzada en la tubería portalaterales (H_n). Entonces, se deberán cumplir las siguientes expresiones sobre la tolerancia de presiones:

$$h_m - h_n < \Delta H_l = 2,9 \text{ m}$$

$$H_m - H_n < \Delta H_t = 2,9 \text{ m}$$

La definición de las unidades y subunidades que constituirán el sistema de riego se realizará en función de condicionantes como la topografía (Modelo Digital del Terreno),

la geometría, la cantidad de emisores y la posibilidad de suministrar riego a todas las plantas.

La parcela se va a dividir en 4 unidades de riego con una cierta geometría, y éstas a su vez en distintas subunidades en función de los condicionantes propios de cada unidad (Tabla 2)

Tabla 2. Unidades y subunidades de riego designadas.

Unidad de riego	Subunidad	Características	Nº microasp.
Unidad 1	Subunidad 1	Terreno horizontal	116
Unidad 2	Subunidad 1	Terreno horizontal	255
Unidad 3	Subunidad 1	Pendiente descendente	176
	Subunidad 2	Pendiente descendente	119
Unidad 4	Subunidad 1	Pendiente ascendente	48
	Subunidad 2	Pendiente descendente	121
	Subunidad 3	Pendiente descendente	68
	Subunidad 4	Forma irregular	24

3.4. Cálculo de caudales

El agua para el riego de la parcela procederá del pozo situado en el margen superior derecho de la parcela, que cuenta con caudal suficiente para suministrar la cantidad de agua utilizada por las distintas necesidades de riego.

La cantidad de microaspersores a instalar será de 927, por lo que el caudal necesario para satisfacer las necesidades de la plantación será de:

$$Q = 927 \text{ microaspersores} \times 127 \text{ l/h} = 117.729 \text{ l/h}$$

De acuerdo con las unidades de riego definidas, la relación de caudales para cada una de ellas será la indicada en la Tabla 3.

Tabla 3. Características de cada subunidad de riego.

Unidad de riego	Subunidad	Nº microasp.	Q (l/h)	Q total (l/h)
Unidad 1	Subunidad 1	116	14.732	14.732
Unidad 2	Subunidad 1	255	32.385	32.385
Unidad 3	Subunidad 1	176	22.352	37.465
	Subunidad 2	119	15.113	
Unidad 4	Subunidad 1	48	6.096	33.147
	Subunidad 2	121	15.367	
	Subunidad 3	68	8.636	
	Subunidad 4	24	3.048	

3.5. Cálculo de tuberías

3.5.1. Cálculo de laterales

Para el cálculo de laterales alimentados por un extremo existen unas fórmulas generales de aplicación:

$$h_f = J'Fl$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e)$$

$$h_m = h_a + 0,733h_f + (d/2)$$

$$\Delta h_n = h_u - h_n$$

$$h_u = h_m - h_f - d - \Delta h_n$$

Donde:

h_m : presión inicial (m)

h_u : presión última (m)

h_n : presión mínima (m)

h_a : presión media (m)

h_f : pérdida de carga por rozamiento (m)

J : pérdida de carga unitaria (m/m)

J' : pérdida de carga unitaria incluido el efecto de las conexiones de los emisores (m/m)

S_e : separación entre emisores (m)

f_e : longitud equivalente de conexión de un emisor (m)

F : coeficiente de Christiansen

Estas fórmulas es preciso adaptarlas a cada caso topográfico que se pueda presentar. Como en la parcela se dan los tres casos, se estudiará el más restrictivo para cada uno de ellos y se aplicará al resto.

Caso 1: Terreno horizontal.

Se realizará el cálculo de la subunidad 1 de la unidad de riego 2, ya que posee el caso más desfavorable al tener los laterales de mayor longitud.

Cuando el terreno es horizontal: Pendiente (i) = 0, $d = 0$, $\Delta h_n = 0$ y $h_u = h_n$.

Por lo tanto, las fórmulas generales quedan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} h_m &= h_a + 0,733h_f \\ h_n = h_u &= h_m - h_f = h_a - 0,267h_f \\ h_m - h_n &= h_f \end{aligned}$$

El punto de menor presión es el final del lateral y como norma general, el difusor medio se encuentra al 40% de distancia del origen, y en él se pierde el 75% de la pérdida total.

Se procede al cálculo del lateral con mayor longitud de la subunidad de riego.

Datos:

$l = 134,5$ m
 $S_e = 6$ m
 $q_a = 127$ l/h
 Tolerancia de presiones: $\Delta H_l = 2,9$ m
 Conexión del emisor: estándar
 $h_a = 25,18$

Cálculos:

n (número de emisores) = $l / S_e = 134,5 / 6 = 22,42 \rightarrow$ el nº de emisores será 23, ya que se considera que la primera derivación se encuentra a la mitad de la equidistancia entre las siguientes.

q_l (caudal del lateral) = $n \times q_l = 23 \times 127 = 2.921$ l/h

F ($n = 23$; $l_o = S_e / 2$) = 0,372

Para el cálculo de los laterales se utiliza el método de los tanteos, hasta que se encuentra la opción que se adapta al diseño de riego. Para ello se utiliza la Tabla 4.

Tabla 4. Relación de diámetros comerciales para tuberías de PE. Fuente: <http://ocwus.us.es>

Diámetro Nominal (mm)	Presión nominal (kg/cm ²) de PE 32		
	4	6	10
10	-	-	2.0
12	-	-	2.0
16	-	2.0	2.2
20	-	2.0	2.8
25	2.0	2.3	3.5
32	2.0	2.9	4.4
40	2.4	3.7	5.5
50	3.0	4.6	6.9
63	3.8	5.8	8.6
75	4.5	6.8	10.3
90	5.4	8.2	12.3
110	6.6	10.0	15.1
125	7.4	11.4	17.1
140	8.3	12.7	19.2
160	9.5	14.6	21.9
180	10.7	16.4	24.6
200	11.9	18.2	27.3

Se comienza tanteando una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 32/28 mm ($e = (d_n - d_i) / 2$), valores correspondientes a una presión nominal de 4 kg/cm².

Para aplicar las fórmulas generales es necesario conocer el tipo de régimen para el caudal y el diámetro interior dado.

$$Re = 352,64 \times q_l / d_i = 352,64 \times 2.921 / 28 = 36.787,9 \rightarrow \text{Régimen turbulento liso.}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Blassius:

$$J = 0,473 (q^{1,75} / d_i^{4,75}) = 0,473 (2.921^{1,75} / 28^{4,75}) = 0,073 \text{ m/m}$$

$$f_e = 0,037 \text{ m (Según relaciones de ábacos normalizados)}$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e) = 0,073 ((6 + 0,037) / 6) = 0,0734 \text{ m/m}$$

$$h_f = J' F l = 0,0734 \times 0,372 \times 134,5 = 3,67 > \Delta H_i = 2,9 \text{ m}$$

La variación de presión dada en esta tubería es mayor a la admisible, por lo que es preciso descartar esta opción.

Se tantea ahora una **tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 40/35,2 mm.**

Continúa siendo un régimen turbulento liso, por lo que se aplican las fórmulas de Blassius:

$$J = 0,473 (q^{1,75} / d_i^{4,75}) = 0,473 (2.921^{1,75} / 35,2^{4,75}) = 0,0247 \text{ m/m}$$

$$f_e = 0,023 \text{ m (Según relaciones de ábacos normalizados)}$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e) = 0,0247 ((6 + 0,023) / 6) = 0,0248 \text{ m/m}$$

$$h_f = J' Fl = 0,0248 \times 0,372 \times 134,5 = \mathbf{1,24} < \Delta H_l = \mathbf{2,9 \text{ m}}$$

Esta tubería si es aceptable:

$$h_m = h_a + 0,733h_f = 25,18 + 0,733 \times 1,24 = 26,089 \text{ m}$$

$$h_n = h_m - h_f = 26,089 - 1,24 = \mathbf{24,85 \text{ m}}$$

Caso 2: Terreno subiendo.

Se realizará el cálculo de la subunidad 1 de la unidad de riego 4, que es la única que cumple con esta condición al dirigirse los laterales en dirección contraria al descenso de la parcela.

Cuando el terreno es va subiendo: $i > 0$, $d = l \times i > 0$. El punto de menor presión es el final del lateral: $h_u = h_n$; $\Delta H_l = 1,80 \text{ m}$

Por lo tanto, las fórmulas generales quedan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} h_m &= h_a + 0,733h_f + d/2 \\ h_n = h_u &= h_m - h_f - d = h_a - 0,267h_f - d/2 \\ h_m - h_n &= h_f + d \end{aligned}$$

Se procede al cálculo del lateral con mayor longitud de la subunidad de riego.

Datos:

$$l = 26,5 \text{ m}$$

$$S_e = 6 \text{ m}$$

$$q_a = 127 \text{ l/h}$$

Tolerancia de presiones: $\Delta H_l = 2,9$ m

Conexión del emisor: estándar

$h_a = 25,18$

$i = 0,01$ (1 %)

Cálculos:

$$d = l \times i = 26,5 \times 0,01 = 0,265$$

n (número de emisores) $= l / S_e = 26,5 / 6 = 4,42 \rightarrow$ el nº de emisores será 5, ya que se considera que la primera derivación se encuentra a la mitad de la equidistancia entre las siguientes.

$$q_l \text{ (caudal del lateral)} = n \times q_l = 5 \times 127 = 635 \text{ l/h}$$

$$F (n = 5; l_o = S_e / 2) = 0,410$$

Al poseer un bajo número de emisores en el lateral, se tanteará una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 12,5/10,3 mm ($e = (d_n - d_i) / 2$), valores correspondientes a una presión nominal de 4 kg/cm².

El régimen del flujo es el siguiente:

$$Re = 352,64 \times q_l / d_i = 352,64 \times 635 / 10,3 = 21.740,42 \rightarrow \text{Régimen turbulento liso.}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Blassius:

$$J = 0,473 (q^{1,75} / d_i^{4,75}) = 0,473 (635^{1,75} / 10,3^{4,75}) = 0,587 \text{ m/m}$$

$$f_e = 0,25 \text{ m (Según relaciones de ábacos normalizados)}$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e) = 0,587 ((6 + 0,25) / 6) = 0,611 \text{ m/m}$$

$$h_f = J' F l = 0,611 \times 0,410 \times 26,5 = \mathbf{6,63} > \Delta H_l = \mathbf{2,9} \text{ m}$$

La variación de presión dada en esta tubería es mayor a la admisible, por lo que es preciso descartar esta opción.

Se tantea ahora una **tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 16/13,2 mm.**

$$Re = 352,64 \times q_l / d_i = 352,64 \times 635 / 13,2 = 19.964,12 \rightarrow \text{Régimen turbulento liso.}$$

Continúa siendo un régimen turbulento liso, por lo que se aplican las fórmulas de Blassius:

$$J = 0,473 (q^{1,75} / d_i^{4,75}) = 0,473 (635^{1,75} / 13,2^{4,75}) = 0,18 \text{ m/m}$$

$$f_e = 0,15 \text{ m (Según relaciones de ábacos normalizados)}$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e) = 0,18 ((6 + 0,15) / 6) = 0,1845 \text{ m/m}$$

$$h_f = J'Fl = 0,1845 \times 0,410 \times 26,5 = \mathbf{2,01} < \Delta H_l = \mathbf{2,9 \text{ m}}$$

Esta tubería sí es aceptable:

$$h_m = h_a + 0,733h_f + d/2 = 25,18 + 0,733 \times 2,01 + 0,265/2 = 26,785 \text{ m}$$

$$h_n = h_m - h_f - d = 26,653 - 2,01 - 0,265 = \mathbf{24,37 \text{ m}}$$

Caso 3: Terreno bajando.

Se realizará el cálculo de la subunidad 2 de la unidad de riego 3.

Cuando el terreno va bajando: $i < 0$, $d = l \times i < 0$. Generalmente, el desnivel va compensando las pérdidas por rozamiento, y se presentan dos subcasos: dependiendo del nivel de compensación de las pérdidas. Para determinar en que subcaso nos encontramos es necesario realizar diversos cálculos previos.

Se procede al cálculo del lateral con mayor longitud de la subunidad de riego y colocado en la zona de mayor pendiente.

Datos:

$$l = 118 \text{ m}$$

$$S_e = 6 \text{ m}$$

$$q_a = 127 \text{ l/h}$$

$$\text{Tolerancia de presiones: } \Delta H_l = 2,9 \text{ m}$$

$$\text{Conexión del emisor: estándar}$$

$$h_a = 25,18$$

$$i = -0,018 (-1,8 \%)$$

Cálculos:

n (número de emisores) $= l / S_e = 118 / 6 = 19,66 \rightarrow$ el nº de emisores será 20, ya que se considera que la primera derivación se encuentra a la mitad de la equidistancia entre las siguientes.

$$q_l (\text{caudal del lateral}) = n \times q_1 = 20 \times 127 = 2.540 \text{ l/h}$$

$$F (n = 20; l_o = S_e / 2) = 0,373$$

Se comienza tanteando una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 25/21 mm ($e = (d_n - d_i) / 2$), valores correspondientes a una presión nominal de 4 kg/cm².

El régimen del flujo es el siguiente:

$$Re = 352,64 \times q_l / d_i = 352,64 \times 2.540 / 21 = 42.652,6 \rightarrow \text{Régimen turbulento liso.}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Blassius:

$$J = 0,473 (q^{1,75} / d_i^{4,75}) = 0,473 (2.540^{1,75} / 21^{4,75}) = 0,225 \text{ m/m}$$

$$f_e = 0,062 \text{ m (Según relaciones de ábacos normalizados)}$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e) = 0,225 ((6 + 0,062) / 6) = 0,227 \text{ m/m}$$

El valor de la pérdida de carga es tan elevado que no es preciso continuar realizando el cálculo con estas dimensiones de lateral.

Se tantea ahora una **tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 32/28 mm.**

El régimen del flujo es el siguiente:

$$Re = 352,64 \times q_l / d_i = 352,64 \times 2.540 / 28 = 31.989,5 \rightarrow \text{Régimen turbulento liso.}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Blassius:

$$J = 0,473 (q^{1,75} / d_i^{4,75}) = 0,473 (2.540^{1,75} / 28^{4,75}) = 0,057 \text{ m/m}$$

$$f_e = 0,037 \text{ m (Según relaciones de ábacos normalizados)}$$

$$J' = J ((S_e + f_e) / S_e) = 0,057 ((6 + 0,037) / 6) = 0,0574 \text{ m/m}$$

Se comprueba que $|i| = 0,018 < J' = 0,0574$: por lo que se trata del subcaso en el cual el desnivel no compensa totalmente las pérdidas por rozamiento y el punto de menos presión se encuentra en una posición intermedia. Para su resolución se utilizan las siguientes fórmulas:

$$h_f = J'Fl = 0,0574 \times 0,373 \times 118 = 2,526$$

$$d = l \times i = 118 \times (-0,018) = -2,124$$

$$d / h_f = -2,124 / 2,526 = -0,84 \rightarrow \text{le corresponde un factor } t' \text{ de } 0,47$$

$$h_m - h_n = t'h_f = 0,47 \times 2,526 = \mathbf{1,19} < \Delta H_l = \mathbf{2,9 \text{ m}}$$

Esta tubería si es aceptable:

$$h_m = h_a + 0,733h_f - d/2 = 25,18 + 0,733 \times 2,526 - (2,124 / 2) = 25,97 \text{ m}$$

$$h_n = h_m - t'h_f = 25,97 - 1,19 = \mathbf{24,78 \text{ m}}$$

3.5.2. Cálculo de tuberías terciarias

Para el cálculo de las tuberías terciarias se sigue el mismo procedimiento que para el caso de los ramales, considerando las subunidades con distinta pendiente. Se realizará una distinción, para el cálculo de las subunidades en horizontalidad, entre la subunidad que el doble de caudal que las demás y éstas, para no sobredimensionar el sistema de riego si solamente se calculase el caso más restrictivo.

En este caso, la presión inicial de los ramales (h_m) puede igualarse a la presión media de la terciaria (H_a). A partir de este valor se calculan H_m y H_n .

Caso 1: Terreno horizontal/Terciaria con mayor caudal.

Se realizará el cálculo de la subunidad 1 de la unidad de riego 2, al tener el mayor número de emisores y ser la terciaria con más longitud. Por tanto, se necesita una tubería terciaria que sea capaz de suministrar la totalidad del caudal requerido.

Datos:

$$l = 89 \text{ m}$$

$$S_e = 6 \text{ m}$$

$$q_a = 127 \text{ l/h}$$

$$\text{Tolerancia de presiones: } \Delta H_l = 2,9 \text{ m}$$

$$H_a = 26,089$$

$$n_r (\text{número de laterales}) = 13$$

$$n^\circ \text{ microaspersores de la subunidad} = 255$$

Cálculos:

$$q_s (\text{caudal de la subunidad}) = n^\circ \text{ microaspersores} \times q_a = 255 \times 127 = 32.385 \text{ l/h}$$

$$F (n = 13; l_o = S_e / 2) = 0,379$$

Se comienza tanteando una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 75/66 mm ($e = (d_n - d_i) / 2$), valores correspondientes a una presión nominal de 4 kg/cm².

Para aplicar las fórmulas generales es necesario conocer el tipo de régimen para el caudal y el diámetro interior dado.

$$Re = 352,64 \times q_s / d_i = 352,64 \times 32.385 / 66 = 173.034 \rightarrow \text{Régimen turbulento rugoso.}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Veronese-Datei:

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (32.385^{1,80} / 66^{4,80}) = 0,0861 \text{ m/m}$$

$$f_r = 18,91 \times d_i^{-1,87} = 18,91 \times 66^{-1,87} = 0,0075 \text{ m}$$

$$J' = J ((S_r + f_r) / S_r) = 0,0861 ((6 + 0,0075) / 6) = 0,0862 \text{ m/m}$$

$$H_f = J' F l = 0,0862 \times 0,379 \times 89 = \mathbf{2,91} > \Delta H_t = \mathbf{2,9} \text{ m}$$

La variación de presión dada en esta tubería es mayor a la admisible, por lo que es preciso descartar esta opción.

Se tantea ahora una **tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 90/79,2 mm.**

Continúa siendo un régimen turbulento rugoso, por lo que se aplican las fórmulas de Veronese-Datei:

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (32.385^{1,80} / 79,2^{4,80}) = 0,0359 \text{ m/m}$$

$$f_r = 18,91 \times d_i^{-1,87} = 18,91 \times 79,2^{-1,87} = 0,0053 \text{ m}$$

$$J' = J ((S_r + f_r) / S_r) = 0,0359 ((6 + 0,0053) / 6) = 0,03593 \text{ m/m}$$

$$H_f = J' F l = 0,03593 \times 0,379 \times 89 = \mathbf{1,22} < \Delta H_t = \mathbf{2,9} \text{ m}$$

Esta tubería si es aceptable:

$$H_m = H_a + 0,733 H_f = 26,089 + 0,733 \times 1,22 = 26,98 \text{ m}$$

$$H_n = H_m - H_f = 26,98 - 1,22 = \mathbf{25,76} \text{ m}$$

V (velocidad) = $0,354 \times (q_s / d^2) = 0,354 \times (32.385 / 79,2^2) = \mathbf{1,83} \text{ m/s}$ (aceptable, en las tuberías de orden superior se limitará este valor)

Una vez determinado el diámetro óptimo para la tubería terciaria en terreno horizontal se verifica que se cumplen las tolerancias y la uniformidad de riego para las subunidades en terreno horizontal, en este caso la subunidad 1 de la unidad de riego 2.

$$h_{ns} = H_n - (h_m - h_n) > 22,86 \rightarrow h_{ns} = 25,76 - (26,089 - 24,85) = \mathbf{24,52 > 22,86}$$

$$q_{ns} = 21,54 \times h_{ns}^{0,55} > 120,42 \rightarrow q_{ns} = 21,54 \times 24,52^{0,55} = \mathbf{142,6 > 120,42}$$

$$CU = (q_{ns} / q_a) \times (1 - (1,27 \times CV / \sqrt{e})) \geq 0,9 \rightarrow$$

$$CU = (142,6 / 127) \times (1 - (1,27 \times 0,04 / \sqrt{1})) \geq \mathbf{0,9}$$

Caso 2: Terreno horizontal/Resto de terciarias.

Se realizará el cálculo de la subunidad 1 de la unidad de riego 1, al tener el mayor número de emisores y ser la terciaria con más longitud de entre este conjunto extraído de la totalidad.

Datos:

$$l = 52 \text{ m}$$

$$S_e = 6 \text{ m}$$

$$q_a = 127 \text{ l/h}$$

$$\text{Tolerancia de presiones: } \Delta H_l = 2,9 \text{ m}$$

$$H_a = 26,089$$

$$n_r (\text{número de laterales}) = 8$$

$$n^\circ \text{ microaspersores de la subunidad} = 116$$

Cálculos:

$$q_s (\text{caudal de la subunidad}) = n^\circ \text{ microaspersores} \times q_s = 116 \times 127 = 14.732 \text{ l/h}$$

$$F (n = 8; l_o = S_e / 2) = 0,387$$

Se comienza tanteando una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 50/44 mm ($e = (d_n - d_i) / 2$), valores correspondientes a una presión nominal de 4 kg/cm².

Para aplicar las fórmulas generales es necesario conocer el tipo de régimen para el caudal y el diámetro interior dado.

$$Re = 352,64 \times q_s / d_i = 352,64 \times 14.732 / 44 = 118.070 \rightarrow \mathbf{\text{Régimen turbulento rugoso.}}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Veronese-Datei:

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (14.732^{1,80} / 44^{4,80}) = 0,146 \text{ m/m}$$

$$f_r = 18,91 \times d_i^{-1,87} = 18,91 \times 44^{-1,87} = 0,0159 \text{ m}$$

$$J' = J ((S_r + f_r) / S_r) = 0,146 ((6 + 0,0159) / 6) = 0,1464 \text{ m/m}$$

$$H_f = J' F l = 0,1464 \times 0,387 \times 52 = 2,95 > \Delta H_t = \mathbf{2,9 \text{ m}}$$

La variación de presión dada en esta tubería es mayor a la admisible, por lo que es preciso descartar esta opción.

Se tantea ahora una **tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 63/55,4 mm.**

Continúa siendo un régimen turbulento rugoso, por lo que se aplican las fórmulas de Veronese-Datei:

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (14.732^{1,80} / 55,4^{4,80}) = 0,0483 \text{ m/m}$$

$$f_r = 18,91 \times d_i^{-1,87} = 18,91 \times 55,4^{-1,87} = 0,0104 \text{ m}$$

$$J' = J ((S_r + f_r) / S_r) = 0,0483 ((6 + 0,0104) / 6) = 0,0484 \text{ m/m}$$

$$H_f = J' F l = 0,0484 \times 0,387 \times 52 = \mathbf{0,98 < \Delta H_t = 2,9 \text{ m}}$$

Esta tubería si es aceptable:

$$H_m = H_a + 0,733 H_f = 26,089 + 0,733 \times 0,98 = 26,81 \text{ m}$$

$$H_n = H_m - H_f = 26,81 - 0,98 = \mathbf{25,83 \text{ m}}$$

$$V \text{ (velocidad)} = 0,354 \times (q_s / d^2) = 0,354 \times (14.732 / 55,4^2) = \mathbf{1,70 \text{ m/s}}$$

Caso 3: Terreno bajando.

Se realizará el cálculo de la subunidad 2 de la unidad de riego 4, al tener un número considerable de emisores y localizarse en una zona con pendiente descendente evidente.

Datos:

$$l = 78 \text{ m}$$

$$S_e = 6 \text{ m}$$

$$q_a = 127 \text{ l/h}$$

$$\text{Tolerancia de presiones: } \Delta H_l = 2,9 \text{ m}$$

$$H_a = 25,97$$

$$n_r (\text{número de laterales}) = 13$$

$$n^\circ \text{ microaspersores de la subunidad} = 121$$

$$i = -0,014 (-1,4 \%)$$

Cálculos:

$$q_s (\text{caudal de la subunidad}) = n^\circ \text{ microaspersores} \times q_s = 121 \times 127 = 15.367 \text{ l/h}$$

$$F (n = 13; l_o = S_e / 2) = 0,379$$

Se comienza tanteando una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 50/44 mm ($e = (d_n - d_i) / 2$), valores correspondientes a una presión nominal de 4 kg/cm².

Para aplicar las fórmulas generales es necesario conocer el tipo de régimen para el caudal y el diámetro interior dado.

$$Re = 352,64 \times q_s / d_i = 352,64 \times 15.367 / 44 = 123.159 \rightarrow \text{Régimen turbulento rugoso.}$$

Dado este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Veronese-Datei:

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (15.367^{1,80} / 44^{4,80}) = 0,1576 \text{ m/m}$$

$$f_r = 18,91 \times d_i^{-1,87} = 18,91 \times 44^{-1,87} = 0,0159 \text{ m}$$

$$J' = J ((S_r + f_r) / S_r) = 0,1576 ((6 + 0,0159) / 6) = 0,158 \text{ m/m}$$

El valor de la pérdida de carga es tan elevado que no es preciso continuar realizando el cálculo con estas dimensiones de lateral.

Se tantea ahora una **tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 63/55,4 mm.**

Continúa siendo un régimen turbulento rugoso, por lo que se aplican las fórmulas de Veronese-Datei:

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (15.367^{1,80} / 55,4^{4,80}) = 0,052 \text{ m/m}$$

$$f_r = 18,91 \times d_i^{-1,87} = 18,91 \times 55,4^{-1,87} = 0,0103 \text{ m}$$

$$J' = J ((S_r + f_r) / S_r) = 0,052 ((6 + 0,0103) / 6) = 0,0521 \text{ m/m}$$

Se comprueba que $|i| = 0,018 < J' = 0,0521$: por lo que se trata del subcaso en el cual el desnivel no compensa totalmente las pérdidas por rozamiento. Para su resolución se utilizan las siguientes fórmulas:

$$H_f = J'Fl = 0,0521 \times 0,379 \times 78 = 1,54$$

$$d = l \times i = 78 \times (-0,014) = -1,092$$

$$d / H_f = -1,092 / 1,54 = -0,71 \rightarrow \text{le corresponde un factor } t' \text{ de } 0,83$$

$$H_m - H_n = t'H_f = 0,83 \times 1,54 = \mathbf{1,27} < \Delta H_t = \mathbf{2,9 \text{ m}}$$

Esta tubería sí es aceptable:

$$H_m = H_a + 0,733H_f - d/2 = 25,97 + 0,733 \times 1,54 - (1,092 / 2) = 26,55 \text{ m}$$

$$H_n = H_m - t'H_f = 26,55 - 1,27 = 25,28 \text{ m}$$

$$V \text{ (velocidad)} = 0,354 \times (q_s / d^2) = 0,354 \times (15.367 / 55,42) = 1,77 \text{ m/s}$$

3.5.3. Cálculo de tuberías secundarias

Para el cálculo de las tuberías secundarias se utiliza una relación entre el diámetro y el caudal sintetizada a partir de distintas fórmulas, que es sencilla y resulta práctica y de mucha utilidad:

$$D > \sqrt{(0,236Q)}$$

En el caso del sistema de riego diseñado, solo se dispone de una tubería secundaria en la unidad 4 de riego, ya que las demás unidades y subunidades se encuentran alimentadas y reguladas (conjunto de válvula y regulador de presión) directamente desde la tubería primaria.

La unidad de riego 4 está compuesta de 4 subunidades, con una cantidad total de microaspersores de 261, por lo que el caudal total será de:

$$Q = n^{\circ}\text{microaspersores} \times q_{as} = 261 \times 127 = 33.147 \text{ l/h}$$

Aplicando la fórmula anterior:

$$D > \sqrt{(0,236Q)} = \sqrt{(0,236 \times 33.147)} = 88,45 \rightarrow \mathbf{D > 88,45}$$

Por lo tanto, acudiendo a la Tabla 5:

Tabla 5. Relación de diámetros comerciales para tuberías de PVC. Fuente: <http://ocwus.us.es>

D (mm)	Espesor (e) en mm, para las siguientes presiones nominales en kg/cm ²				
	4	6	10	16	25
6	-				1,0
8	-				1,0
10	-				1,2
16	-				1,8
20	-				2,3
25	-		1,5	1,9	2,8
32	-		1,8	2,4	3,6
40	-	1,8	2,0	3,0	4,5
50	-	1,8	2,4	3,7	5,6
63	1,8	1,9	3,0	4,7	7,0
75	1,8	2,2	3,6	5,6	-
90	1,8	2,7	4,3	6,7	-
110	2,2	3,2	5,3	8,2	-
125	2,5	3,7	6,0	9,3	-
140	2,8	4,1	6,7	10,4	-
160	3,2	4,7	7,7	11,9	-
180	3,6	5,3	8,6	13,4	-
200	4,0	5,9	9,6	14,8	-
225	4,5	6,6	10,8	16,8	-
250	4,9	7,3	11,9	18,5	-
280	5,5	8,2	13,4	20,8	-

Se escoge una **tubería de PVC de diámetro 110/103,6 mm, para la presión de 6 kg/cm²**, ya que cumple con los requisitos exigidos. Se opta por esta tubería sobre otras de menor diámetro con el fin de escoger una tubería con diámetro comercial que se encuentre por el lado de la seguridad.

El régimen de la tubería será:

$$Re = 352,64 \times 33.147 / 103,6 = 122.827,78 \rightarrow \text{Régimen turbulento rugoso}$$

Se aplican las fórmulas de Veronese-Datei, considerando un 10 % adicional de pérdidas de carga (coeficiente 1,1) para compensar la generada en los elementos adicionales como los reguladores de presión.

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (33.147^{1,80} / 103,6^{4,80}) = 0,0103 \text{ m/m}$$

$$H_{fs} = J \times l \times 1,1 = 0,0103 \times 139 \times 1,1 = 1,58 \text{ m}$$

$$H_{as} = H_{mt} = 26,55 \text{ m}$$

$$H_{ms} = H_{as} + 0,733H_{fs} = 26,55 + 0,733 \times 1,58 = \mathbf{27,71}$$

V (velocidad) = $0,354 \times (q_s / d^2) = 0,354 \times (33.147 / 103,6^2) = \mathbf{1,09 \text{ m/s}}$ (se trata de un valor inferior a 1,5 m/s, por lo que es aceptable para estar por el lado de la seguridad)

3.5.4. Cálculo de la tubería principal

Para el cálculo de la tubería principal se sigue el mismo procedimiento que en el caso de las tuberías secundarias.

En este caso se considera como caudal de diseño el valor más alto, correspondiente a la unidad de riego que se posee mayor número de aspersores (las unidades de riego no se riegan simultáneamente como sucede con las subunidades, por lo que el caudal restrictivo será el valor más elevado).

La unidad de riego 2 es la que mayor número de aspersores posee, en concreto 331. La presión que debe llegar al final de la tubería primaria deberá corresponderse con la presión de entrada calculada para la tubería secundaria de la unidad 4 de riego, al tratarse de la unidad situada a más distancia de la cabecera.

$$Q = n^{\circ}\text{microaspersores} \times q_{as} = 255 \times 127 = 32.385 \text{ l/h}$$

Aplicando la fórmula:

$$D > \sqrt{(0,236Q)} = \sqrt{(0,236 \times 32.385)} = 87,42 \rightarrow \mathbf{D > 87.42}$$

Por lo tanto, se puede escoger la misma tubería que en el caso anterior, una **tubería de PVC de diámetro 110/103,6 mm, para la presión de 6 kg/cm²**. La elección de este diámetro es correcta, ya que la diferencia de cota entre la cabecera y el punto de descarga de la tubería primaria no es elevada, y no condicionará la presión ofrecida por la misma.

El régimen de la tubería será:

$$Re = 352,64 \times 32.385 / 103,6 = 110.234,04 \rightarrow \mathbf{\text{Régimen turbulento rugoso}}$$

Se aplican las fórmulas de Veronese-Datei, considerando un 10 % adicional de pérdidas de carga (coeficiente 1,1) para compensar la generada en los elementos adicionales como las válvulas y las singularidades.

$$J = 0,355 (q^{1,80} / d_i^{4,80}) = 0,355 (32.385^{1,80} / 103,6^{4,80}) = 0,0098 \text{ m/m}$$

$$H_{fp} = J \times l \times 1,1 = 0,0098 \times 272 \times 1,1 = 2,93 \text{ m}$$

$$H_{ap} = H_{ms} = 27,71 \text{ m}$$

$$H_{mp} = H_{ap} + 0,733H_{fp} = 27,71 + 0,733 \times 2,93 = \mathbf{29,86 \text{ m}}$$

$$V = 0,354 \times (q_s / d^2) = 0,354 \times (32.385 / 103,6^2) = \mathbf{1,07 \text{ m/s}}$$

(se trata de un valor inferior a 1,5 m/s, por lo que es aceptable para estar por el lado de la seguridad)

3.5.5. Resumen de las tuberías escogidas

Tabla 6. Cuadro resumen de las tuberías escogidas.

Unidad	Subunidad	Tubería	Material	D. ext (mm)	D. int (mm)	P (kg/cm ²)	Longitud (m)
Unidad 1	Subunidad 1	Lateral	PEBD	40	35,2	4	703
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	52
Unidad 2	Subunidad 1	Lateral	PEBD	40	35,2	4	1.543
		Terciaria	PEBD	90	79,2	4	89
Unidad 3	Subunidad 1	Lateral	PEBD	32	28	4	884
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	51
	Subunidad 2	Lateral	PEBD	32	28	4	670
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	34
Unidad 4	Subunidad 1	Lateral	PEBD	16	13,2	4	242
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	78
	Subunidad 2	Lateral	PEBD	32	28	4	682
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	78
	Subunidad 3	Lateral	PEBD	32	28	4	378
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	70
	Subunidad 4	Lateral	PEBD	32	28	4	119
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	54
Tubería secundaria			PVC	110	103,6	6	139
Tubería principal			PVC	110	103,6	6	272

3.6. Diseño del cabezal de riego

Una vez realizado el trazado y cálculo de la red de tuberías, se diseña el cabezal de riego, es decir, el conjunto de dispositivos situados al inicio de la instalación de riego localizado destinados a filtrar, tratar, fertilizar, y medir el agua de riego (Figura 4).

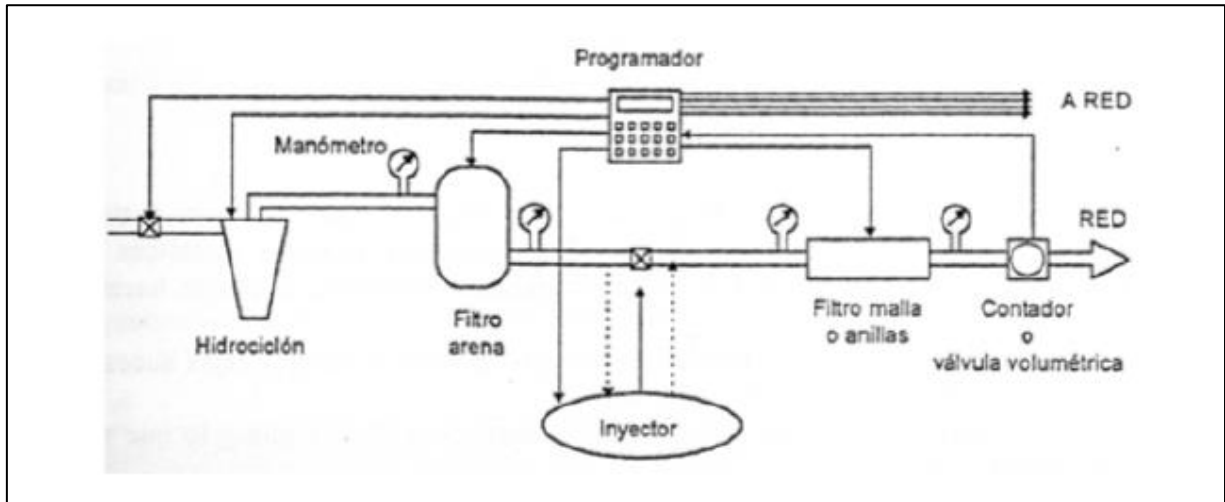


Figura 4. Esquema general de un cabezal de riego. Fuente: (Pizarro, 1990).

3.6.1. Sistema de filtrado

La obturación de los emisores es uno de los problemas más importantes de los sistemas de riego localizado. Suele producirse por partículas minerales (arena, limo y arcilla), partículas orgánicas (algas, bacterias, restos de plantas o animales), y sales precipitadas que provienen de los fertilizantes añadidos, o las que están presentes en el agua de riego.

Si se producen obturaciones, el coste de mantenimiento de la red será mayor, la duración de los componentes de la instalación se verá reducida y el agua de riego se aplicará con menor uniformidad.

El sistema de filtrado del cabezal de riego estará compuesto por un filtro de arena y un filtro de mallas, con el fin de asegurar la captación de la mayor cantidad de sólidos posible.

Filtro de arena

En el filtro de arena el agua entra por una tubería superior y se distribuye en el interior del tanque por medio de un deflector que tiene por objeto evitar que el chorro de agua incidente sobre la arena la remueva. La salida del agua filtrada es por una tubería inferior, la cual, se prolonga en el interior del tanque en unos colectores perforados y revestidos de malla para evitar el arrastre de la arena.

El tanque dispone de dos amplias bocas, una para la carga y otra para la descarga de la arena. El depósito lleva un purgador ya que, en los filtros de arena el aire se acumula con frecuencia. La tubería de entrada suele llevar una derivación para eliminar el agua sucia durante la limpieza por contra lavado (Figura 5).

El filtrado a través de un medio granular es el resultado de tres acciones distintas: tamizado, sedimentación, y adhesión/cohesión (Pizarro, 1990).

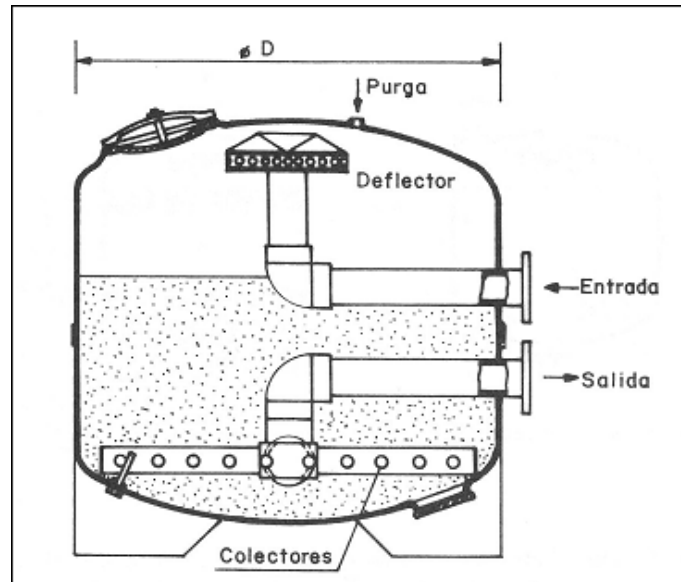


Figura 5. Esquema general de un filtro de arena. Fuente: (Pizarro, 1990).

Para la selección de la arena hay que tener en cuenta el siguiente criterio: las partículas que superan el filtro deben tener un diámetro menor que 1/5 del diámetro mínimo del emisor. Es preciso conocer que los filtros de arena dejan pasar partículas cuyo tamaño es de 1/10 a 1/12 del diámetro efectivo de la arena, por tanto, la arena adecuada es la de diámetro efectivo igual al diámetro mínimo del emisor (1,5 mm).

En el diseño de este tipo de filtros se busca determinar el tipo de arena, el espesor de la capa y la superficie filtrante. Para ello se necesita conocer el diámetro de los emisores y el caudal, que se incrementará en un 20% para el cálculo de la superficie filtrante (S).

Datos:

Caudal de la unidad mayor: 32.385 l/h

Caudal incrementado 20%: 38.862 l/h = 38,86 m³/h

Velocidad: 60 m/h (restricción impuesta por el filtro)

Cálculo:

$$S = Q / v = 38,86 / 60 = 0,648 \text{ m}^2$$

Si se instalase un solo filtro su diámetro debería ser:

$$D > \sqrt{\left(\frac{4S}{\pi}\right)} = \sqrt{\frac{4 \times 0,648}{\pi}} = 0,91 \text{ m}$$

Se puede instalar un filtro de 0,91 m de diámetro, pero se opta por la solución de dos filtros con el fin de facilitar la limpieza de cada uno por el agua filtrada por el otro:

$$S = 0,648 / 2 = 0,324 \text{ m}^2$$

$$D > \sqrt{\left(\frac{4S}{\pi}\right)} = \sqrt{\frac{4 \times 0,324}{\pi}} = \mathbf{0,65 \text{ m}}$$

Se instalarán dos filtros de 0,65 m de diámetro como mínimo. Se colocará una capa de arena, con un diámetro efectivo igual o menos que el del microaspersor (1500 micras) y un coeficiente de uniformidad entre 1,40 y 1,60.

La pérdida de carga generada por el filtro de arena, con los filtros limpios y en funcionamiento, es de 1-2 m.c.a., pudiendo llegar al valor de 6 como máximo. A pesar de esto, esto no sucederá, ya que cuando se detecte una pérdida de carga mayor que los valores mínimos se procederá a la limpieza del filtro.

Filtro de malla

Los filtros de malla efectúan una retención superficial, lo que hace que su colmatación sea mucho más rápida. Por esta razón se utilizan con aguas no muy sucias o como elementos de seguridad después de hidrociclones, filtros de arena o equipos de fertirrigación.

En estos filtros el agua circula en el sentido de la flecha (Figura 6), penetra en la zona A y pasa a la zona B a través de una malla que se apoya en un soporte cilíndrico de acero inoxidable. La tarea de filtrado se efectúa en dicha malla (Pizarro, 1990).

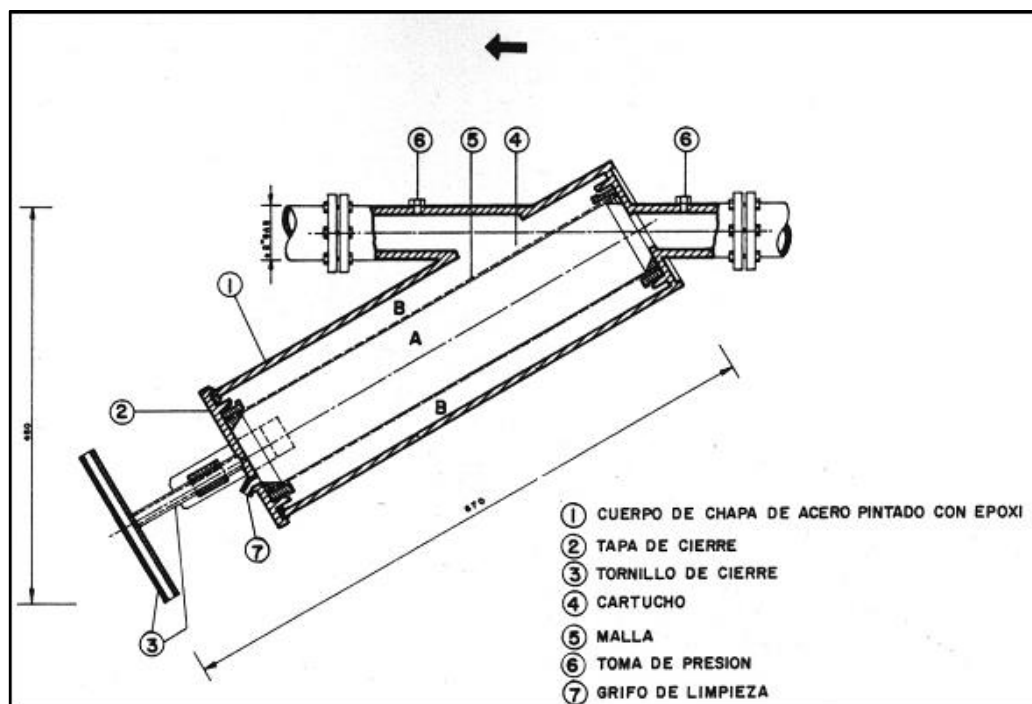


Figura 6. Esquema general de un filtro de malla. Fuente: (Pizarro, 1990).

En la elección del filtro es necesario determinar la superficie de la malla y el tamaño de sus orificios (número de mesh).

El número de mesh es la relación de orificios existentes por pulgada lineal, y se calcula a partir de la Tabla 7, considerando el diámetro del emisor (1,5 mm).

Tabla 7. Características de los filtros de malla y número de mesh. Fuente: (Pizarro, 1990).

Diámetro del gotero (mm)	Característica de la Malla	
	Orificio menor que (micras)	Nº de mesh
1.50	214	65
1.25	178	80
1.00	143	115
0.90	128	115
0.80	114	150
0.70	100	170
0.50	86	200
0.50	71	250

Por lo tanto, para un diámetro del emisor de 1,5 mm, es necesaria una malla con tamaño máximo de orificio de 214 micras, lo que corresponde a un número de mesh 65.

Para el cálculo de la superficie del filtro se utilizará nuevamente el caudal incrementado en un 20%, y se determinará la velocidad a partir de los valores reflejados en la Tabla 8.

Tabla 8. Velocidad según el tamaño del orificio de la malla. Fuente: (Pizarro, 1990).

Tamaño del orificio (micras)	Clase de agua	V (m/s)
300 a 125	Limpia	0.4 a 0.9
300 a 125	Con algas	0.4 a 0.6
125 a 75	Cualquiera	0.4 a 0.6

La velocidad asignada para un tamaño de orificio de 214 micras agua con algas (proviene de pozo y no debería contener algas, pero se calcula el caso más restrictivo) se encuentra entre 0,4 y 0,6 m/s. Se toma un valor medio de 0,5 m/s. Recurriendo a la Tabla 9 se encuentra que el caudal debe de ser de 558 m³/h por m² de área total de filtro.

Tabla 9. Caudal según la velocidad. Fuente: (Pizarro, 1990).

V (m/s)	m ³ /h por m ² de área total
0.4	446
0.6	670
0.9	1.004

Por tanto, el filtro de malla deberá tener una superficie de:

$$S > Q / Q_m = 38,86 / 558 = \mathbf{0,07 \text{ m}^2}$$

Se colocará un filtro de 4'' diámetro, con una superficie de 0,1 m² y una malla de 65 mesh.

La pérdida de carga generada por el filtro de malla, con los filtros limpios y en funcionamiento, es de 1,5 m.c.a.

3.6.2. Programador

Se instalará un programador para la automatización de la red de riego, de modo que desde el cabezal sea posible programar el riego para las distintas unidades de riego. De este modo, se mejora la calidad del riego al realizar un mejor control de la frecuencia y las dosis de riego.

El programador será el encargado de controlar las electroválvulas de cada unidad de riego, por lo que estará conectado a ellas.

3.6.3. Contador

Con el fin de realizar la medida consumo de la red, se instalará un contador de tipo Woltman con hélice axial (eje del molinete paralelo a la tubería), de 80 mm de diámetro. El contador genera una pérdida de carga de 1 m.c.a. para el caudal existente.

3.7. Elementos de regulación, control y distribución

3.7.1. Electroválvulas

Las electroválvulas permiten su apertura y el cierre a partir de una orden de tipo eléctrico emitida desde el programador de riego. Se trata de una válvula hidráulica que posee un solenoide para transformar la señal eléctrica en una señal hidráulica. El solenoide se encuentre unido a las válvulas por medio de microtubos de PE de 8 mm.

Se colocará una electroválvula en cada una de las cuatro unidades de riego que se han definido, de forma que sea posible controlar cuál de ellas se va a regar.

3.7.2. Válvulas de mariposa

Estas válvulas de compuerta accionadas de forma manual permiten la interrupción o regulación del flujo del agua a través de la conducción.

3.7.3. Válvula de retención

El objetivo de esta válvula es la protección de la bomba bajo el efecto denominado “golpe de ariete, ya que impide que las ondas de presión de la tubería de impulsión pasen y evitan el flujo del agua en sentido inverso.

3.7.4. Ventosa trifuncional

Este elemento realiza las funciones de purga, admisión y expulsión. El componente de purga de aire libera automáticamente a la atmosfera las bolsas de aire que se acumulan a lo largo de la tubería llena y presurizada.

Se colocará en la salida del agua del pozo y en el final de la válvula de retención.

3.7.5. Manómetros

Los manómetros permiten la medición de la presión del agua en el cabezal, teniendo en cuenta la precisión del mismo para realizar los ajustes necesarios. Se colocarán en la entrada y salida del sistema de filtrado.

3.7.6. Válvulas reguladoras de presión

Las válvulas reguladoras fijan la presión aguas abajo al valor deseado, y una vez fijada, la mantiene constante de las variaciones de caudal y de la presión agua arriba.

Cada tubería terciaria tendrá su propia válvula reguladora, que irán dispuestas en la arqueta de riego de la subunidad.

3.8. Sistema de bombeo

Las características fundamentales a la hora de elegir un equipo de bombeo que accione el sistema correctamente son la presión requerida en la entrada de la tubería principal y las pérdidas de carga que se generan en el cabezal de riego.

Las pérdidas de carga que se producen en el cabezal de riego son las siguientes:

- Pérdida de carga en el contador: 1 m.c.a.
- Pérdida de carga en el filtro de arena: 4 m.c.a.
- Pérdida de carga en el filtro de malla: 1,5 m.c.a.
- Pérdida de carga en válvulas del cabezal: 3 m.c.a.

El total de pérdidas de carga en el cabezal es de 9,5 m.c.a., por lo que sumado a los 29,86 m.c.a. necesarios en la tubería principal, exigen a la bomba que aporte una presión mínima de 39,36 m.c.a.

Las características del pozo relevantes para el cálculo de la bomba son su profundidad (70 m) y su nivel dinámico (40 m), ya que provocará que la bomba deba estar a una profundidad de 50 c.

La pérdida de carga para la bomba a esa profundidad, sobrestimándola en un 20% por las posibles singularidades es de 0,72 m.c.a., valor que sumándolo a la profundidad de la bomba (50 m) proporciona una pérdida de carga en la impulsión de 50,72 m.c.a.

La altura manométrica se obtiene de la suma de los dos valores anteriores, siendo de 91,97 m.c.a., que corresponde a la presión que debe suministrar el grupo de bombeo.

Por lo tanto, ya es posible realizar el dimensionamiento de la bomba:

Datos:

$$Q (20\%) = 36,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 90,08 \text{ m.c.a.}$$

Rendimiento de la bomba (η) = 75%

Cálculo:

$$Potencia = \frac{Q \times H}{270 \times \eta} = \frac{36,86 \times 90,08}{270 \times 0,75} = 16,49 CV = 12,3 kW$$

La bomba deberá suministrar los rangos de caudal y presión antes citados y poseer una potencia mínima de 16,49 CV.

La bomba será alimentada por un grupo electrógeno estacionario con un rendimiento del 80% y una potencia superior a la requerida por la bomba. Por lo tanto, el grupo electrógeno poseerá una potencia mínima de 14,76 kW.

4. Instalación de la caseta de riego

La caseta de riego será la edificación que albergue todo el conjunto del cabezal de riego, con el fin de protegerlo frente a los procesos de degradación. Estará situada sobre el pozo de suministro de agua.

Para el asentamiento de la caseta se realizarán cuatro zapatas cuadradas de 0,75 m de lado y 0,5 m de profundidad, unidas por una zanja de hormigón de 0,3 x 0,3 m. En la cimentación se dispondrá una capa de 0,15 m de espesor de gravilla. El suelo de la caseta lo constituirá una capa de 0,15 m de hormigón.

La caseta posee unas dimensiones de 3,5 x 2,5 x 2,5 m, lo que proporciona una superficie útil de en torno a 7 m².

Las características de la caseta y de su cimentación se encuentran descritas en los Planos X y XI.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XIV: Análisis del mercado de la trufa

ÍNDICE

1. Evolución de la truficultura en España.....	2
2. Producción de trufa	4
3. El mercado actual de la trufa.....	6
3.1. Contexto nacional e internacional	6
3.2. Valor económico de la trufa	7
3.3. Comercialización.....	9
4. El “otro valor” de la trufa.....	11
5. Perspectivas de futuro	12

1. Evolución de la truficultura en España

El conocimiento y posterior uso de la trufa se remonta hacia el principio de nuestra Era como mínimo, una acción pionera que se atribuye a los países de Francia e Italia, ya que fueron los primeros en globalizar su uso y su valor.

En España se encuentra la primera referencia al término “truficultura” en el año 1797, en el Diccionario Universal de la Agricultura, pero no es hasta el año 1900 cuando D. Enrique de Bellpuig publica la primera obra específica sobre la trufa, basándose en los conocimientos provenientes del país francés (Reyna, 2007).

Las primeras labores de recolección de trufa en España son debidas al asentamiento de los truferos franceses en la región de Cataluña, aunque la población española fue extendiendo esta práctica hacia la parte sur del país paulatinamente. En los años 70 ya se podía recolectar trufa a lo largo de todo el país.

La plantación más antigua de España de la que se poseen datos corresponde al año 1968 y está situada en Castellón, y tiene la peculiaridad de que no se realizó la inoculación de las especies leñosas, sino que la explotación se instaló por la siembra directa de las bellotas de una encina trufera. En la actualidad solamente produce el 70% de encinas de la plantación. En España también se encuentra la explotación trufera más grande el mundo (Figura 1), que cuenta con 600 ha en la localidad de Villaciervos (Soria) (De Miguel et al, 2004).



Figura 1. Finca AROTZ de Villaciervos (Soria). Fuente: <http://www.elmundo.es/>

En la actualidad la truficultura va en aumento a un ritmo anual de 40.000-50.000 nuevas plantas. Se puede estimar que al comienzo de los años 2.000 se habían plantado unas

400.000 plantas, ocupando una superficie de 1.300 ha aproximadamente. La tasa de crecimiento anual de las plantaciones truferas es variable en función del régimen de subvenciones procedentes de la Administración (entre 600-1.000 €/ha) (De Miguel et al, 2004).

En la última década se ha vivido un gran aumento de la producción de trufa, que en regiones como la provincia de Teruel ha llegado incluso a quintuplicar los valores que poseían. Este aumento del sector trufero ha ido ligado a un aumento de la investigación, que hizo que se explotara el potencial que daba la truficultura convirtiéndola en una actividad con alto interés económico, social y ecológico (Bonet et al, 2008).

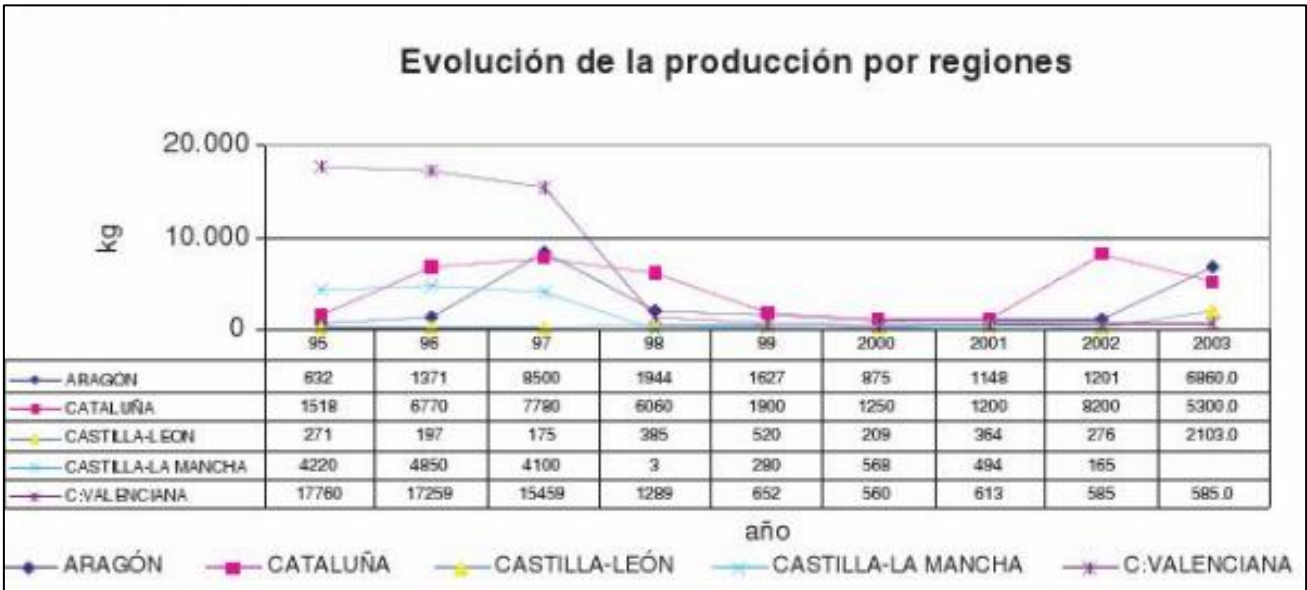


Figura 2. Evolución de la producción trufera por regiones. Fuente: (Reyna, 2000).

En España actualmente más de 6.000 ha se destinan a la truficultura y están repartidas de manera poco uniforme a lo largo de la península (Figura 3), concentrándose en las regiones con mayor potencialidad climática para la truficultura. Es por este criterio que el 80% de las plantaciones truferas se encuentran en Teruel, Huesca y Castellón. En regiones como Teruel incluso se han diseñado proyectos de plantación para la actualidad de extensiones superiores a las 500 ha.



Figura 3. Distribución de la superficie trufera en España. Fuente: (Reyna, 2000).

La producción de la planta micorrizada en España se lleva a en los 14 viveros existentes de carácter privado. La calidad de la planta producida en estos viveros es buena, aunque la actividad viverista cuenta con el problema de que hay una carencia de un estándar de calidad y certificación de la planta micorrizada (Reyna, 2009).

2. Producción de trufa

Tomando como base la producción europea, España representa entre el 25-40% de ella y el resto es completado prácticamente en su totalidad por Francia e Italia (Figura 4).

La producción de trufa varía según la cantidad de lluvias anuales, y fluctúa entre los 7.000 y 130.000 kg anuales, con una media de 40.000 kg anuales. En Francia e Italia los registros medios son de 35.000 y 30.000 kg anuales respectivamente (Alloza, 2002).

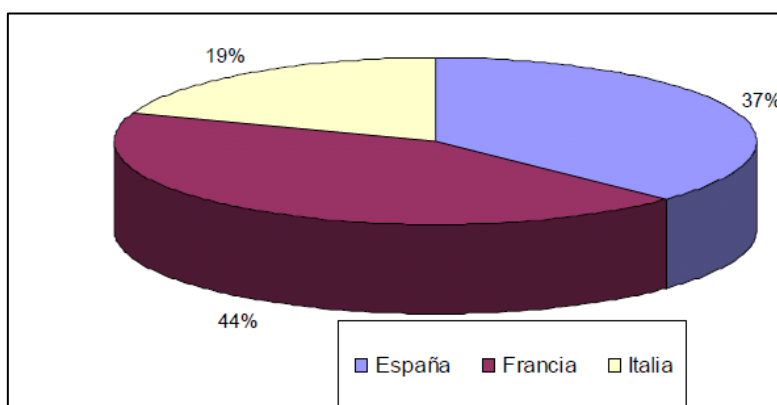


Figura 4. Distribución de la producción de trufa europea. Fuente: (Reyna, 2000).

La producción de trufa tiene dos orígenes: la procedente de las áreas naturales, denominada truficultura silvestre, y la que procede de las plantaciones con plantas micorrizada (Tabla 1). Esta es una razón por la cual es difícil evaluar la producción total de trufa en España, ligado a la falta de transparencia de los mercados. La trufa producida en las plantaciones silvestres corresponde al 65% de la producción total (Alloza, 2002).

Tabla 1. Número de plantas truferas en España vs producción espontanea (1994). Fuente: (Reyna, 2000).

Comunidad Autónoma	Nº de plantas	Producción de trufa kg
Andalucía	3.650	151.75
Aragón	47.500	4616.8
Castilla la Mancha	8.750	7332.8
Castilla León	96.500	847
Cataluña	7.115	12366.9
Navarra	19.000	
País Vasco	15.000	
Comunidad Valenciana	21.600	8131.5
Total España 1994	219.115	
Total España (Estimación) 2000	450.000	

En España las truferas silvestres se localizan en encinares, coscojares y quejigares con suelos calizos situados entre los 500 y 1800 metros de altitud. La cantidad de trufa producida en estos lugares, se ha reducido mucho debido a la escasez de precipitaciones, al abandono de los aprovechamientos naturales (poda, pastoreo...). Esto no solo se convierte en un problema económico, sino también ecológico debido a la multifuncionalidad de la trufa (Diputación de Huesca, 2015). Para evitar esta pérdida de producción en los montes naturales se están instaurando proyectos de gestión sostenible de los montes como el proyecto “LIFE” en el que se integra el desarrollo comarcal y la gestión forestal, planteando los tratamientos silvícolas necesarios para revalorizar nuevamente las truferas silvestres (Folch et al, 2001).

La producción actual de trufa solamente cubre el 10% de la demanda actual existente, y a pesar de que el número de explotaciones va en aumento y surgen nuevas plantaciones en lugares como Australia o Estados Unidos (Bonet et al, 2008).

En España la producción de trufas ha sufrido grandes variaciones a lo largo de los años (Figura 5) en función de la entrada en producción de las plantaciones y de la satisfacción de los requerimientos del hongo, aunque en los últimos 15 años ha tendido a estabilizarse.

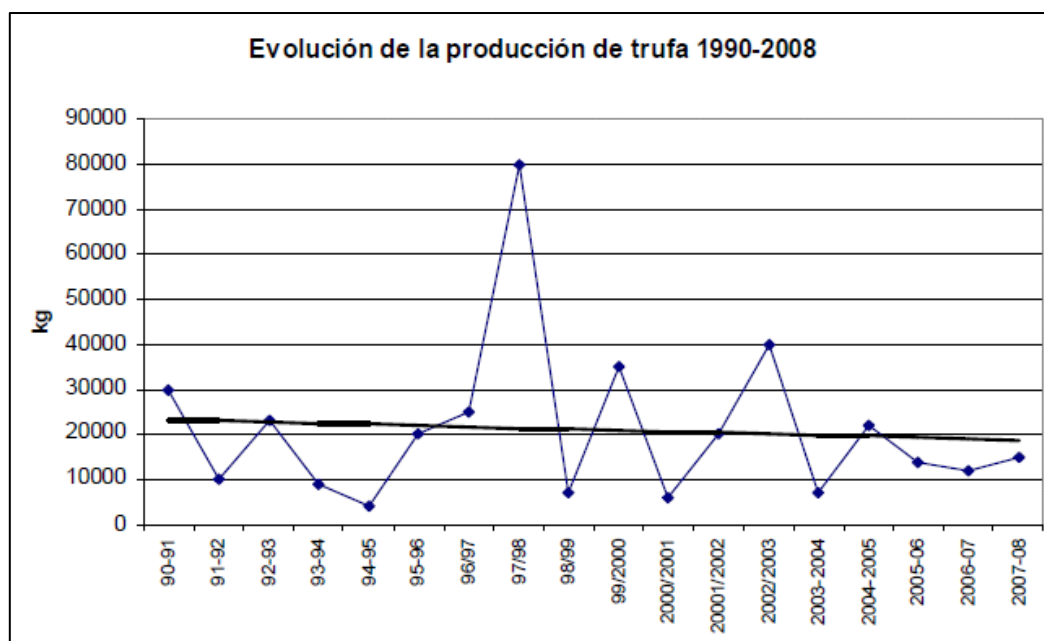


Figura 5. Evolución de la producción de trufa entre los años 1990 y 2008. Fuente: (Reyna, 2009).

3. El mercado actual de la trufa

3.1. Contexto nacional e internacional

El mercado de la trufa negra en Europa está dominado casi en su totalidad por España, Italia y Francia.

A nivel general es difícil realizar una estimación de la cantidad de trufa producida debido al escaso control que se realiza sobre ella, a la cantidad de modos de venta distintos, la inexistencia de documentos oficiales y su comercialización en ferias locales. A pesar de esto se conoce que la producción ha bajado drásticamente por causas como la sobrexplotación y el cambio climático, y esto ha influido directamente en su precio (Jara, 2012).

En España tampoco se conoce la cantidad de trufa producida debido a la poca transparencia del mercado y a la oscuridad que rodea al sector trufero. Muchas veces esta oscuridad es clave para los recolectores de trufa silvestre, ya que evita que se descubran sus lugares de recolección, o para los que recolectan trufa en fincas arrendadas, para evitar subidas del precio de arrendamiento si la recolecta es buena. También existen motivos fiscales que contribuyen a la opacidad del mercado.

Si bien es cierto que España es un gran productor de trufa, en el país existe un gran desconocimiento acerca de su utilización y de su potencial gastronómico, de ahí que cerca de un 85% de la trufa que se produce en España se destine a la exportación.

A pesar de esto, en los últimos años cabe mencionar que se ha constatado una mayor transparencia en el mercado, sobre todo en las parcelas en las que se han conseguido producciones regulares. El mercado español recoge en torno al 75% de la producción de trufa (Reyna, 2007).

Los mercados de Francia e Italia tienen la fama de ser más transparentes que el mercado español. De hecho, se está intentando implantar el asociacionismo entre los tres grandes productores europeos con el fin de globalizar la gestión de la trufa en el mercado y crear un modelo de cooperación universal entre ellos. Esto es lo que pretende el conocido como GET (Grupo Europeo Tuber).

En Italia, solamente el 5% de la producción total proviene de la recolección silvestre. A pesar de que es uno de los principales productores europeos, Italia es un gran importador de trufa de España, ya que su producción no satisface la gran demanda que poseen en el país y además exportan una gran cantidad de trufa al continente asiático (Prochile, 2016).

En Francia siguen la tendencia de España de hacer los mercados cada vez más transparentes, y una muestra de ello es la norma “truffles fraîches” promulgada por la FFT (Fédération Française des Trufficulteurs) en la que dotan al mercado trufero de un cuadro reglamentario con el fin de moralizar las transacciones, informar al comprador sobre el producto que compra y hacer de la venta de la trufa un negocio justo (Escafre et al, 2006).

3.2. Valor económico de la trufa

El precio de la trufa ha fluctuado notablemente a lo largo de los años (Figura 6), generalmente por un aumento de la demanda frente a una producción que no satisface más que el 30% de las necesidades actuales. En general el precio tiene una tendencia alcista, suponiendo para España, un incremento de un 4,4% anual. El precio medio de venta se halla en torno a los 323 €.

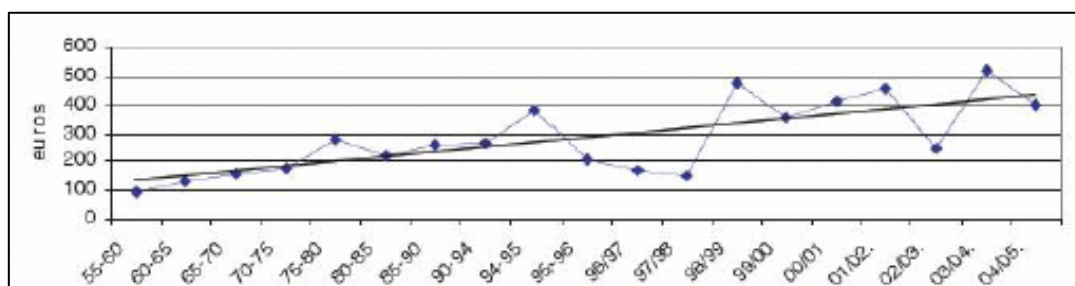


Figura 6. Evolución del precio de la trufa entre los años 1960 y 2005. Fuente: (Reyna, 2007).

El precio del mercado de la trufa también se ve muy influenciado por la época del año, ya que en otoño se consigue una trufa con mayores cualidades organolépticas, de ahí que su precio sea un 50% superior. A su vez, es importante el destino final de las trufas, ya

que el precio es distinto para una trufa de consumo en fresco que para una trufa para conserva (Reyna, 2009).

También se observan diferencias internas del precio de la trufa entre los diferentes mercados que la distribuyen de un mismo país (Figura 7).

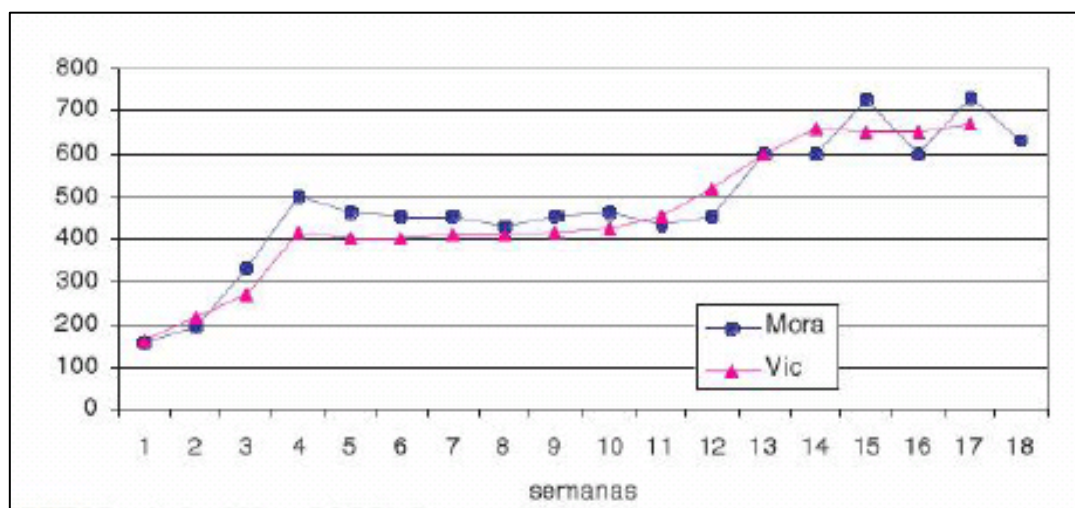


Figura 7. Evolución del precio de la trufa entre dos mercados diferentes. Fuente: (Reyna, 2007).

En el mercado internacional se observan precios más elevados que en España, sobre todo para el caso de Francia, país en el que los precios son un 40% superiores. Esta depreciación es debida, principalmente, a la falta de clasificación y limpieza y a la distancia a los principales consumidores.

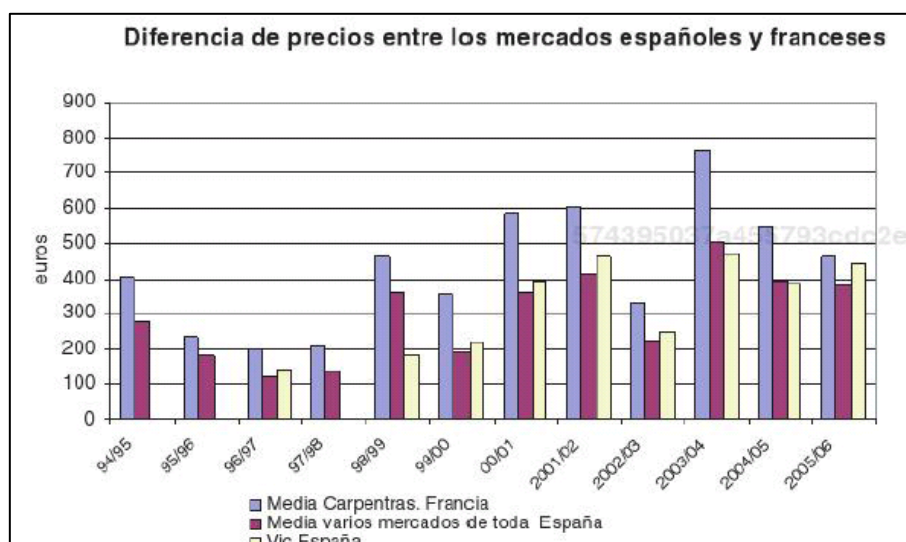


Figura 8. Diferencia entre el precio de los mercados españoles y franceses. Fuente: (Reyna, 2007)

Tabla 2. Histórico de precios españoles y franceses para *T. melanosporum*. Fuente: (Reyna, 2007).

Periodo	Tn España	Precio en España euros constantes	Euros España corrientes	Francia euros corrientes****
55-60*	20	93,4	4,2	
60-65*	47	135,4	6	
65-70*	72	156,0	9	
70-75*	60	175,8	18	
75-80*	50	275,7	66,1	
80-85*	25	221,7	93,1	
85-90*	25	258,9	149,6	
90/91**	30	263,8	187	290
91/92**	10	263,8	187	353
92/93**	23	263,8	187	203
93/94**	9	263,8	187	358
94/95**	4	377,3	279	404
95/96**	20	205,7	158	235
96/97**	25	168,5	132	199
97/98**	80	151,5	121	207
98/99**	7	476,6	391	448
99/2000***	35	354,6	191	276
00/2001**	6	411,8	361	472
2001/2002**	20	452,4	411	599
2002/2003**	40	243,4	227	332
2003/2004**	7	520,0	505	658
2004/2005***	22	397,0	397	627
2005/2006***	14	365,4	380	460
Media	22,0	323,7		

3.3. Comercialización

La compra y venta de la trufa se realiza en los mercados locales de las poblaciones en las que la truficultura está extendida, localizados en las comunidades autónomas de Cataluña y Aragón, y en las provincias de Castellón y Guadalajara (Figuras 9 y 10).

Situación y día de celebración de los principales mercados españoles		
Provincia	Población	Día de la semana
Barcelona	Vic	Sábado
	Centellas	Domingo
	Montmajor	Miércoles
Lérida	Solsona	Viernes
	Coll de Nargó	Domingo
	Orgañá	Domingo
	Artesa de Segre	Domingo
Castellón	Morella	Viernes
	Vistabella	Jueves
	Benasal	Jueves
Huesca	Graus	Miércoles
	Benabarre	Lunes
Teruel	Estación Mora Rubielos	Viernes
Guadalajara	Molina de Aragón	Jueves

Figura 9. Situación y día de los principales mercados españoles. Fuente: (Reyna, 2007).

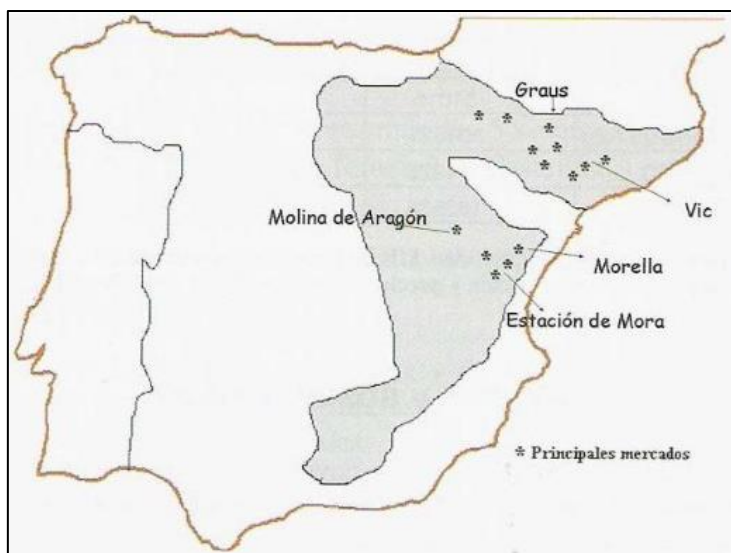


Figura 10. Situación de los principales mercados españoles. Fuente: (Reyna, 2007).

En la actualidad se está implantando la figura del corredor y los canales de venta en la red, ya que existía incertidumbre sobre la celebración de los mercados de la trufa para las personas que no se dedicaban al sector, relegando las acciones de compra y venta solamente a las personas del gremio por desconocimiento.

También hay una gran cantidad de trufa que no pasa por los mercados, sino que se vende directamente a restaurantes, viveristas o consumidores finales. Esto se da principalmente en el caso de las exportaciones, y es un hecho que hace que aumenten aún más la cantidad de agentes que participan en la comercialización (Figura 11), lo que dificulta aún más su seguimiento (Reyna, 2009).

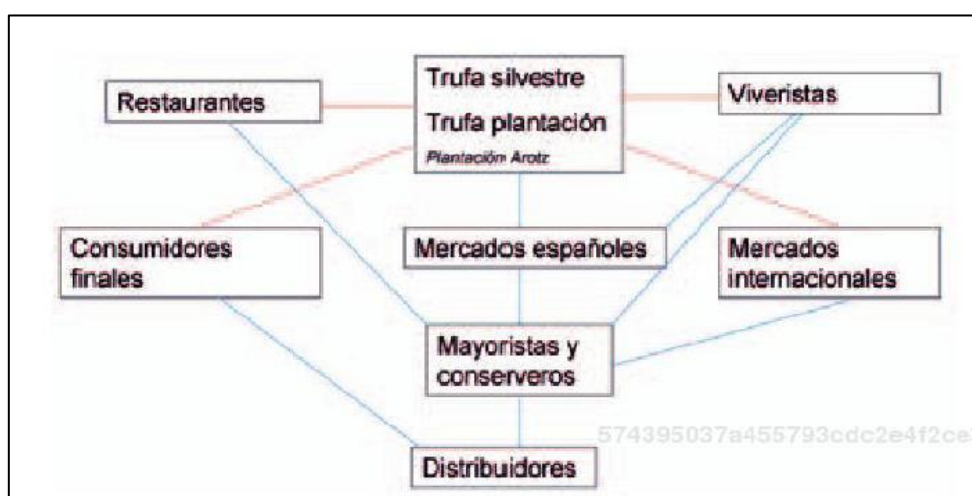


Figura 11. Agentes que intervienen en el proceso de comercialización. Fuente: (Reyna, 2009).

En el contexto europeo, Francia es el mayor consumidor de trufa y para satisfacer las necesidades de su población exporta casi la totalidad de la producción española y más de la mitad de la italiana. Los mercados de trufa negra más importantes de Francia son los siguientes:

- Saint Alvère
- Perigord: Périgueux, Thiviers, Excidenli, Thenon, Tenesan y Sarlan.
- Lot: Cahors, Sauzet, Limorgne.
- Sudeste: Valvéas y Carpentras.

En Italia también existen mercados importantes tanto de trufa negra como de trufa blanca:

- Piamonte: Alba, Moncalvo, Niza, Monferato, Asti y Ceva.
- Lombardía: Varzi y Carteggio.
- Emilia-Romagna: Dovadola.
- Toscana: Sestino y S. Miniato.

4. El “otro valor” de la trufa

Además del valor económico, la trufa posee una gran cantidad de valores de tipo ecológico o social, entre otros. La trufa se convierte por tanto en un cultivo multifuncional con una gran cantidad de aptitudes a explotar. Las funcionalidades más importantes de la trufa fuera del ámbito económico son las siguientes:

- Prevención de incendios: especies menos pirófilas, pasillos sin vegetación entre líneas, tratamientos silvícolas similares a una dehesa, revalorización del bosque reduce peligro de combustión...
- Mantenimiento y mejora de suelo, fauna y flora: mayor refugio para la fauna, mejora del paisaje al cambiar campos de cereal por especies leñosas, los claros son útiles para la caza de las aves de presa, bajo desgaste y compactación del suelo...
- Papel hidrológico: protección de los acuíferos característicos de zonas calizas al no utilizar pesticidas ni abonos, eliminación de los riesgos de erosión de terrenos abandonados...
- Turismo: aumento del interés por conocer de cerca el mundo de la trufa y sus aplicaciones mediante visitas a las explotaciones.
- Evita el éxodo rural: las plantaciones de trufa contribuyen a que exista una fuente de ingresos para la población de las zonas rurales en las que están las

explotaciones, por lo que se evita la desaparición de los núcleos de población rurales.

5. Perspectivas de futuro

La producción de trufa en España presenta dos tendencias antagonistas según su origen. Por un lado, la producción en los montes naturales (aproximadamente 600.000 ha) está disminuyendo debido a que existe la necesidad de aplicar trabajos silvícolas que reviertan esa tendencia. Por otro lado, de acuerdo a las plantaciones artificiales, España posee un gran potencial para el cultivo de la trufa debido a sus suelos calizos y clima mediterráneo, lo que provoca una tendencia ascendente en el campo de la trufficultura (De Miguel et al, 2004).

Una de los grandes problemas que amenazan al sector es la introducción de pseudotrufa de origen asiático, como *Tuber indicum* (Figura 12), que no poseen valor comercial ni propiedades organolépticas deseables. A menudo los viveristas son engañados para que inoculen este tipo de trufa en las plantas, provocando tanto problemas económicos para el trufficultor como ecológicos al introducir una especie exótica en el continente europeo.



Figura 12. Aspecto de *Tuber indicum*.

A nivel de las comunidades autónomas también se está avanzando, al crear asociaciones que confluirán en una federación española que coopere con Italia y Francia en el GET.

Es necesario un avance sobre el conocimiento de la trufa y de sus utilidades, ya que en España se exporta en torno al 90% de la producción total. A pesar de todo, esto puede ser una vía de crecimiento económico ya que España es un país privilegiado al poseer las condiciones idóneas para el cultivo de la trufa (De Miguel et al, 2004).

Países como Francia, desarrollan escenarios futuros para analizar el desarrollo posible de la trufficultura. El escenario “*Trufficulture; objectif 2027*”, plantea hipótesis con el fin de

analizar cómo se desarrollará truficultura con los diversos factores que la influirán como las pseudotrufas asiáticas, el interés de nuevos productores, los avances científicos, etc. El resultado final es un escenario positivo, en el que se aprovecha la potencialidad climática y edáfica del país, pero con la acción del cambio climático como la mayor restricción a tener en cuenta (Olivier, 2007).

El futuro de la truficultura española es prometedor, alimentado por un aumento de la investigación, la concienciación de las Administraciones Públicas y el creciente dinamismo del sector privado. Con estos avances España conseguirá ponerse prácticamente al nivel de Italia y Francia en materia de truficultura.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XV: Estudio económico

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Análisis del periodo de vida útil del proyecto	2
3.	Análisis de los costes.....	2
3.1.	Costes de inversión.....	2
3.2.	Costes de mantenimiento	2
3.2.1.	Coste de cada labor de mantenimiento y explotación	2
3.2.2.	Resumen anual de los costes de las labores de mantenimiento y explotación	6
3.2.3.	Coste de mantenimiento de las instalaciones	9
3.2.4.	Coste de mantenimiento del perro trufero	10
3.3.	Costes indirectos	10
3.4.	Costes extraordinarios	10
3.5.	Resumen de costes totales	10
4.	Análisis de los ingresos	12
4.1.	Ingresos ordinarios	12
4.1.1.	Venta de la trufa	12
4.1.2.	Venta del aceite esencial de espliego	13
4.2.	Ingresos extraordinarios	14
4.3.	Resumen de ingresos totales	14
5.	Subvenciones.....	16
6.	Estructura de los flujos de caja.....	17
7.	Indicadores de rentabilidad	18
8.	Conclusión.....	19

1. Introducción

El análisis económico de un proyecto es un aspecto clave, puesto que determinará la rentabilidad del mismo y servirá como base para la toma de decisiones sobre su realización.

En el presente anejo se definirá la vida útil de proyecto y se realizará un análisis de todo el conjunto de costes e ingresos existentes, con el fin de estudiar el flujo de caja a lo largo de la vida útil y determinar la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

2. Análisis del periodo de vida útil del proyecto

El periodo de vida útil del proyecto se estima en 50 años, a partir del cual el decaimiento de la producción es muy notable. No obstante, existen plantaciones truferas con una gran longevidad, por lo que a pesar de que se establece que la vida útil del proyecto es 50 años a fin de realizar los cálculos, se deja a criterio del truficultor el alargamiento de la vida de la explotación en función de sus rendimientos.

Durante su periodo de vida útil la explotación atravesará por distintas fases: fase improductiva (hasta el año 10), entrada en producción (años 10-15), plena producción (años 15-35) y decaimiento de la producción paulatina (a partir del año 35).

3. Análisis de los costes

3.1. Costes de inversión

El coste de inversión se corresponde con el requerido durante los años 0 y 1 para el establecimiento de la plantación, y su desglose se halla expuesto en el documento de presupuestos.

Los costes de inversión ascienden a 80.333,03 €.

3.2. Costes de mantenimiento

3.2.1. Coste de cada labor de mantenimiento y explotación

A continuación, se detallan los costes de las labores de mantenimiento y las unidades de trabajo que intervienen en cada una de ellas (Tabla 1).

Tabla 1. Coste y justificación de las labores de mantenimiento.

Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Laboreo superficial entre líneas	ha	3,32			
Tractor 60 CV	h	2,55	15,00	38,25	
Reja colas de golondrina 1,5 m	h	2,55	6,80	17,34	
Tractorista	h	2,55	13,75	35,06	
Total Labor					90,65
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Escarda manual	Ud.	927			
Capataz	h	2,10	14,10	29,61	
Peón	h	8,43	10,50	88,52	
Total Labor					118,13
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Reposición de marras	Ud.	19			
Capataz	h	0,40	14,10	5,64	
Peón	h	0,40	10,50	4,20	
Total Labor					9,84
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Riego por microaspersión	h	34,84			
Capataz	h	2,50	14,10	35,25	

Gasoil y MO	h	34,84	3,00	104,52	
Total Labor					139,77
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Poda	Ud.	927			
Capataz	h	2,10	14,10	29,61	
Peón	h	8,43	10,50	88,52	
Total Labor					118,13
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Laboreo superficial periodo explotación	ha	4,32			
Tractor 100 CV	h	1,88	16,50	30,99	
Cultivador colas de golondrina 2,5 m	h	1,88	9,80	18,40	
Tractorista	h	1,88	13,75	25,82	
Total Labor					75,21
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Recolección trufa	kg por hora	1,2			
Peón	h	1,00	9,00	9,00	
Total Labor					9,00
Coste por cada kg de trufa recogido					7,50
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)

Fertilización espliego	ha	1,00			
Tractor 100 CV	h	1,00	16,50	16,50	
Abonadora de péndulo a 1,5 m	h	1,00	3,20	3,20	
Abono 10-10-10	kg	500,00	0,45	225,00	
Tractorista	h	1,00	13,75	13,75	
Total Labor					258,45
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Siega y transporte de espliego	ha	1,00			
Tractor 60 CV	h	2,50	15,00	37,50	
Carro	h	2,50	2,10	5,25	
Tractorista	h	2,50	13,75	34,38	
Peón	h	10,00	10,50	105,00	
Total Labor					182,13
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Destilado	Ciclo	3,00			
Remolque destilador	h	6,00	22,00	132,00	
Capataz	h	3,00	14,10	42,30	
Peón	h	3,00	10,50	31,50	
Total Labor					205,80

Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
Levantamiento espliego	Ciclo	3,00			
Desbrozadora	h	4,00	6,50	26,00	
Peón	h	4,00	10,50	42,00	
Total Labor					68,00

3.2.2. Resumen anual de los costes de las labores de mantenimiento y explotación

A continuación, se detallan el resumen anual de las labores de mantenimiento y explotación realizadas, así como sus gastos (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de gastos de mantenimiento anuales.

Año	Labor	Coste
1	Laboreo superficial primavera	90,65
	Riego microaspersión (2)	559,08
	Laboreo superficial otoño	90,65
	Fertilización espliego	258,45
	Reposición de marras	9,84
Total coste anual		1.008,67
Año	Labor	Coste
2	Laboreo superficial primavera	90,65
	Riego microaspersión (2)	559,08
	Laboreo superficial otoño	90,65
	Fertilización espliego	258,45
	Escarda manual	118,13
	Siega espliego	182,13
	Destilado espliego	205,80
Total coste anual		1.504,89

Año	Labor	Coste
3-7	Laboreo superficial primavera	90,65
	Riego microaspersión (3)	838,62
	Laboreo superficial otoño	90,65
	Fertilización espliego	258,45
	Poda	118,13
	Siega espliego	182,13
	Destilado espliego	205,80
	Escarda manual	118,13
Total coste anual		1.902,56
Año	Labor	Coste
8-9	Laboreo superficial primavera	90,65
	Riego microaspersión (4)	1.118,16
	Fertilización espliego	258,45
	Poda (bianual)	59,06
	Siega espliego	182,13
	Destilado espliego	205,80
	Escarda manual (rastrillado)	118,13
Total coste anual		2.032,38
Año	Labor	Coste
10	Recolección trufa (8 kg/ha)	259,2
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (4)	1.118,16
	Poda (bianual)	59,06
	Levantamiento espliego	68,00
Total coste anual		1.579,63
Año	Labor	Coste
11	Recolección trufa (10 kg/ha)	324
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (5)	1.139,70
	Poda (bianual)	59,06
Total coste anual		1.597,97
Año	Labor	Coste

12	Recolección trufa (12 kg/ha)	339
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (5)	1.139,70
	Poda (bianual)	59,06
Total coste anual		1.612,97
Año	Labor	Coste
13	Recolección trufa (15 kg/ha)	486
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (5)	1.139,70
	Poda (bianual)	59,06
Total coste anual		1.759,97
Año	Labor	Coste
14	Recolección trufa (20 kg/ha)	648
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (6)	1.367,64
	Poda (bianual)	59,06
Total coste anual		2.149,91
Año	Labor	Coste
15	Recolección trufa (25 kg/ha)	810
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (6)	1.367,64
	Poda (bianual)	59,06
Total coste anual		2.311,91
Año	Labor	Coste
16-35	Recolección trufa (30 kg/ha)	972
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (7)	1.595,58
	Poda (cada cuatro años)	29,53
Total coste anual		2.672,32
Año	Labor	Coste
36-39	Recolección trufa (25 kg/ha)	810
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (7)	1.595,58

	Poda (cada cuatro años)	29,53
Total coste anual		2.510,32
Año	Labor	Coste
40-43	Recolección trufa (20 kg/ha)	648
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (7)	1.595,58
	Poda (cada cuatro años)	29,53
Total coste anual		2.348,32
Año	Labor	Coste
44-47	Recolección trufa (15 kg/ha)	486
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (7)	1.595,58
	Poda (cada cuatro años)	29,53
Total coste anual		2.186,32
Año	Labor	Coste
48-49	Recolección trufa (12 kg/ha)	339
	Laboreo superficial primavera	75,21
	Riego microaspersión (7)	1.595,58
Total coste anual		2.009,79
Año	Labor	Coste
50	Recolección trufa (10 kg/ha)	324
Total coste anual		324,00

3.2.3. Coste de mantenimiento de las instalaciones

Las instalaciones como el sistema de riego, la caseta de riego y componentes, y el cerramiento poseen un coste de mantenimiento con el fin de asegurar su buen estado y de remplazar componentes básicos.

Por tanto, se considerará que anualmente el coste de mantenimiento de la cada instalación es del 1% de la inversión realizada en cada una de ellas.

Por tanto, el coste de mantenimiento de las instalaciones se calcula de la siguiente manera:

- Inversión del sistema de riego = 32.346,95 € → 1% = 323,37 €
- Inversión de la caseta de riego = 3.081,31 € → 1% = 30,81 €

- Inversión del cerramiento = 9.247,50 € \rightarrow 1% = 92,48 €
- Coste total de mantenimiento anual de instalaciones: **446,66 €**

3.2.4. Coste de mantenimiento del perro truero

Se estima que a lo largo de todo el periodo de explotación se necesitarán 5 perros trueros, ya que cada uno de ellos permite unos 8 años de capacidades de búsqueda de trufa.

El primer perro se adquirirá el año 9, con el fin de adiestrarlo para la recogida de trufa del año siguiente. A partir de ahí, se comprarán perros cada 8 años, para poseer un año de adiestramiento en cada caso. El coste de cada perro se estima en **500 €**, y su gasto de mantenimiento anual en **350 €**.

3.3. Costes indirectos

Como costes indirectos existen los gastos de contribución y el impuesto de bienes inmuebles de carácter rústico, estimándose la suma de ambos en **25,30 €**.

3.4. Costes extraordinarios

Los costes extraordinarios son aquellos que se producen debido a que la vida útil de algún componente de la explotación es menos que el periodo de vida útil estimado para la propia explotación.

En este caso, los costes extraordinarios van referidos al sistema de riego, ya que su vida útil de trabajo es de 25 años, por lo que será necesaria la instalación de un sistema nuevo de riego a mediados de la vida útil de la explotación. El coste será igual a la inversión realizada en el primer año de la explotación: **32.346,95 €**

3.5. Resumen de costes totales

Tabla 3. Resumen de costes totales.

Año	Gastos mantenimiento (€)			G. Indir (€)	G. extr (€)	Total
	Plantación	Instalaciones	Perro truero			
1	1.008,67	446,66	0,00	25,30	0,00	1.480,63
2	1.504,89	446,66	0,00	25,30	0,00	1.976,85
3	1.902,56	446,66	0,00	25,30	0,00	2.374,52

4	1.902,56	446,66	0,00	25,30	0,00	2.374,52
5	1.902,56	446,66	0,00	25,30	0,00	2.374,52
6	1.902,56	446,66	0,00	25,30	0,00	2.374,52
7	1.902,56	446,66	0,00	25,30	0,00	2.374,52
8	2.032,38	446,66	0,00	25,30	0,00	2.504,34
9	2.032,38	446,66	500,00	25,30	0,00	3.004,34
10	1.579,63	446,66	350,00	25,30	0,00	2.401,59
11	1.597,97	446,66	350,00	25,30	0,00	2.419,93
12	1.612,97	446,66	350,00	25,30	0,00	2.434,93
13	1.759,97	446,66	350,00	25,30	0,00	2.581,93
14	2.149,91	446,66	350,00	25,30	0,00	2.971,87
15	2.311,91	446,66	350,00	25,30	0,00	3.133,87
16	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
17	2.672,32	446,66	850,00	25,30	0,00	3.994,28
18	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
19	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
20	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
21	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
22	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
23	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
24	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
25	2.672,32	446,66	850,00	25,30	32.346,95	36.341,23
26	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
27	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
28	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
29	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
30	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
31	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
32	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
33	2.672,32	446,66	850,00	25,30	0,00	3.994,28
34	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
35	2.672,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.494,28
36	2.510,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.332,28
37	2.510,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.332,28
38	2.510,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.332,28
39	2.510,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.332,28
40	2.348,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.170,28
41	2.348,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.170,28
42	2.348,32	446,66	850,00	25,30	0,00	3.670,28
43	2.348,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.170,28
44	2.186,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.008,28

45	2.186,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.008,28
46	2.186,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.008,28
47	2.186,32	446,66	350,00	25,30	0,00	3.008,28
48	2.009,79	446,66	350,00	25,30	0,00	2.831,75
49	2.009,79	446,66	350,00	25,30	0,00	2.831,75
50	324,00	0,00	350,00	25,30	0,00	699,30

4. Análisis de los ingresos

4.1. Ingresos ordinarios

Los ingresos ordinarios son los derivados de la venta del producto de la explotación, en este caso la trufa y el aceite esencial de espliego.

4.1.1. Venta de la trufa

La venta de la trufa comenzará en el año 10, momento en el cual la explotación entra en producción.

El rendimiento es muy variable, pero con la instalación del sistema de riego se asegura una cierta regularidad, con producciones que van en aumento hasta el año 35, a partir del cual comienza a decaer paulatinamente.

Según el análisis del mercado, el precio medio de la trufa se sitúa en 324 €. Para el análisis de viabilidad se tomará el valor de 300 €, con el fin de que se realice con restricciones, para asegurar una rentabilidad incluso en los años de variación de precios.

La trufa será vendida directamente en los mercados locales habilitados a tal efecto.

Los ingresos por la venta de trufa a lo largo de la vida útil de la explotación se hallan reflejados en la Tabla 4.

Tabla 4. Ingresos por la venta de trufa.

Año	Rdto (kg/ha)	Rdto explotación (kg)	Precio (€/kg)	Total ingreso (€)
0-9	0	0	300	0,00
10	8	34,56	300	10.368,00
11	10	43,2	300	12.960,00
12	12	51,84	300	15.552,00
13	15	64,8	300	19.440,00
14	20	86,4	300	25.920,00
15	25	108	300	32.400,00
16-35	30	129,6	300	38.880,00
36-39	25	108	300	32.400,00
40-43	20	86,4	300	25.920,00
44-47	15	64,8	300	19.440,00
48-49	12	51,84	300	15.552,00
50	10	43,2	300	12.960,00

4.1.2. Venta del aceite esencial de espliego

La venta del aceite esencial de espliego se producirá entre los años 1 y 9, periodo durante el cual el espliego se encuentra en producción. Las producciones de aceite esencial estimadas para el espliego, en las condiciones de cultivo del proyecto, se encuentran en la Tabla 5.

Tabla 5. Rendimientos medios de una plantación de espliego. Fuente: (Luna, 1980).

Años	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º
Litros de esencia por hectárea	—	16	30	45	45	45	40	30	30	—

El aceite destilado se venderá directamente a las empresas mayoristas de aceite esencial de la comunidad autónoma, ya que debido a la gran demanda de mercado de este tipo de producto es necesario que ellos mismo posean proveedores de aceite al no poseer suficientes explotaciones de producción. El precio será convenido entre ambos, pero se hallará en torno a los 15 €/100 ml. El valor de mercado que estipulan los mayoristas posteriormente, bajo su marca, es de 35-40 €.

Los ingresos por la venta del aceite esencial de espliego a lo largo de la vida útil de la plantación de espliego se hallan reflejados en la Tabla 6.

Tabla 6. Ingresos por la venta del aceite esencial de espliego.

Año	Rdto (l/ha)	Rdto parcela (kg)	Precio (€/100ml)	Total ingreso (€)
1	0	0	15	0,00
2	16	16	15	2.400,00
3	30	30	15	4.500,00
4	45	45	15	6.750,00
5	45	45	15	6.750,00
6	45	45	15	6.750,00
7	40	40	15	6.000,00
8	30	30	15	4.500,00
9	30	30	15	4.500,00

4.2. Ingresos extraordinarios

Los ingresos extraordinarios se corresponden a aquellos derivados del valor residual de las instalaciones y de la venta de la madera de encina al final del periodo de explotación.

El valor residual de la instalación de riego se estima en el 10 % de su coste de inversión inicial:

- Sistema de riego → 10% de 32.346,95 € = **3.234,7 €**, ingreso que se producirá en los años 25 y 50.
- Caseta de riego → 10% de 3.081,31 € = **308,1 €**, ingreso que se producirá en el año 50.

La venta de madera supone otro ingreso extraordinario que se produce al final de explotación. Es un aspecto difícil de cuantificar, debido a que la velocidad de crecimiento de la encina depende de las condiciones climáticas de la zona y su desarrollo a lo largo de los años, determinando su calidad y su precio final.

Por tanto, ante la incertidumbre de este factor, no se considerará en el análisis de viabilidad de la explotación, solamente se menciona con carácter informativo al promotor del proyecto para que tenga conocimiento de esta fuente de ingresos futura.

4.3. Resumen de ingresos totales

Tabla 7. Resumen de ingresos totales.

Ingresos ordinarios				
Año	Trufa	Espliego	Ing. Extraord.	Total
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	2.400,00	0,00	2.400,00
3	0,00	4.500,00	0,00	4.500,00
4	0,00	6.750,00	0,00	6.750,00
5	0,00	6.750,00	0,00	6.750,00
6	0,00	6.750,00	0,00	6.750,00
7	0,00	6.000,00	0,00	6.000,00
8	0,00	4.500,00	0,00	4.500,00
9	0,00	4.500,00	0,00	4.500,00
10	10.368,00	0,00	0,00	10.368,00
11	12.960,00	0,00	0,00	12.960,00
12	15.552,00	0,00	0,00	15.552,00
13	19.440,00	0,00	0,00	19.440,00
14	25.920,00	0,00	0,00	25.920,00
15	32.400,00	0,00	0,00	32.400,00
16	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
17	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
18	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
19	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
20	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
21	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
22	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
23	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
24	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
25	38.880,00	0,00	3.234,70	42.114,70
26	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
27	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
28	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
29	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
30	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
31	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
32	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
33	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
34	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
35	38.880,00	0,00	0,00	38.880,00
36	32.400,00	0,00	0,00	32.400,00

37	32.400,00	0,00	0,00	32.400,00
38	32.400,00	0,00	0,00	32.400,00
39	32.400,00	0,00	0,00	32.400,00
40	25.920,00	0,00	0,00	25.920,00
41	25.920,00	0,00	0,00	25.920,00
42	25.920,00	0,00	0,00	25.920,00
43	25.920,00	0,00	0,00	25.920,00
44	19.440,00	0,00	0,00	19.440,00
45	19.440,00	0,00	0,00	19.440,00
46	19.440,00	0,00	0,00	19.440,00
47	19.440,00	0,00	0,00	19.440,00
48	15.552,00	0,00	0,00	15.552,00
49	15.552,00	0,00	0,00	15.552,00
50	12.960,00	0,00	3.542,80	16.502,80

5. Subvenciones

Existen subvenciones de carácter autonómico y provincial para el cultivo de la trufa negra que se solicitarán al organismo pertinente.

Como la concesión de subvenciones no es segura, se desestimará su contabilización en el análisis de viabilidad de la explotación, pero se reflejará en los siguientes apartados las cantidades que se recibirían si las subvenciones fuesen concedidas.

Las subvenciones existentes son las siguientes:

- Subvención de la Junta de Castilla y León

Proporcionan primas de implantación con un máximo de 2.500 €/ha, y primas de mantenimiento durante un máximo de 5 años de 305 €/ha.

Por tanto, mediante la solicitud de la subvención, se optaría a:

- Prima de implantación (ingreso en el año 0) de **10.750 €**.
- Prima de mantenimiento (ingreso desde el año 1 al año 5) de **1.525 €** anuales.

- Subvención de la Diputación de Soria:

Proporcionan subvenciones anuales con una cuantía máxima absoluta de **3.000 €**.

Cabe destacar que el proyecto cumple con los requisitos establecidos por ambos modelos de subvención, y que la concesión de ambas es incompatible. Por tanto, se solicitarán las dos subvenciones y posteriormente se elegirá la más favorable en caso de concesión de ambas.

6. Estructura de los flujos de caja

Tabla 8. Flujos de caja totales.

Año	Ingresos (€)		Costes (€)		Flujo de Caja (€)	
	Ordin.	Extraord.	Ordin.	Extraord.	Anual	Acumulado
0	0,00			80.333,03	-80.333,03	-80.333,03
1	0,00		1.480,63		-1.480,63	-81.813,66
2	2.400,00		1.976,85		423,15	-81.390,51
3	4.500,00		2.374,52		2.125,48	-79.265,03
4	6.750,00		2.374,52		4.375,48	-74.889,55
5	6.750,00		2.374,52		4.375,48	-70.514,07
6	6.750,00		2.374,52		4.375,48	-66.138,59
7	6.000,00		2.374,52		3.625,48	-62.513,11
8	4.500,00		2.504,34		1.995,66	-60.517,45
9	4.500,00		3.004,34		1.495,66	-59.021,79
10	10.368,00		2.401,59		7.966,41	-51.055,38
11	12.960,00		2.419,93		10.540,07	-40.515,31
12	15.552,00		2.581,93		12.970,07	-27.545,24
13	19.440,00		2.743,93		16.696,07	-10.849,17
14	25.920,00		3.133,87		22.786,13	11.936,96
15	32.400,00		3.295,87		29.104,13	41.041,09
16	38.880,00		3.656,28		35.223,72	76.264,81
17	38.880,00		4.156,28		34.723,72	110.988,53
18	38.880,00		3.656,28		35.223,72	146.212,25
19	38.880,00		3.656,28		35.223,72	181.435,97
20	38.880,00		3.656,28		35.223,72	216.659,69
21	38.880,00		3.656,28		35.223,72	251.883,41
22	38.880,00		3.656,28		35.223,72	287.107,13
23	38.880,00		3.656,28		35.223,72	322.330,85
24	38.880,00		3.656,28		35.223,72	357.554,57
25	38.880,00	3.234,70	4.156,28	32.346,95	5.611,47	363.166,04
26	38.880,00		3.656,28		35.223,72	398.389,76
27	38.880,00		3.656,28		35.223,72	433.613,48
28	38.880,00		3.656,28		35.223,72	468.837,20
29	38.880,00		3.656,28		35.223,72	504.060,92
30	38.880,00		3.656,28		35.223,72	539.284,64
31	38.880,00		3.656,28		35.223,72	574.508,36
32	38.880,00		3.656,28		35.223,72	609.732,08

33	38.880,00		4.156,28		34.723,72	644.455,80
34	38.880,00		3.656,28		35.223,72	679.679,52
35	38.880,00		3.656,28		35.223,72	714.903,24
36	32.400,00		3.494,28		28.905,72	743.808,96
37	32.400,00		3.494,28		28.905,72	772.714,68
38	32.400,00		3.494,28		28.905,72	801.620,40
39	32.400,00		3.494,28		28.905,72	830.526,12
40	25.920,00		3.332,28		22.587,72	853.113,84
41	25.920,00		3.332,28		22.587,72	875.701,56
42	25.920,00		3.832,28		22.087,72	897.789,28
43	25.920,00		3.332,28		22.587,72	920.377,00
44	19.440,00		3.170,28		16.269,72	936.646,72
45	19.440,00		3.170,28		16.269,72	952.916,44
46	19.440,00		3.170,28		16.269,72	969.186,16
47	19.440,00		3.170,28		16.269,72	985.455,88
48	15.552,00		2.978,75		12.573,25	998.029,13
49	15.552,00		2.978,75		12.573,25	1.010.602,38
50	12.960,00	3.542,80	699,30		15.803,50	1.026.405,88

Según el flujo de caja, se constata que la inversión será recuperada en el año 14 (PAYBACK).

7. Indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad que se utilizarán para evaluar el proyecto serán los siguientes:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

El VAN se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y para ello se fijan distintos tipos de intereses.

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

A: inversión inicial

k: tipo de interés

Q: Flujo de caja

La Tasa Interna de Rendimiento indica la aceptación o no del proyecto, de acuerdo a los siguientes supuestos:

- Si $TIR \geq r \rightarrow$ Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida.
- Si $TIR < r \rightarrow$ Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida

El resultado de los indicadores de rentabilidad aplicados al proyecto se refleja en la Tabla 9 y en la Figura 1.

Tabla 9. Resultados VAN y TIR.

	2%	5%	10%	15%
VAN	561.428,72	231.667,02	35.735,52	-27.527,44
TIR	12,20%			

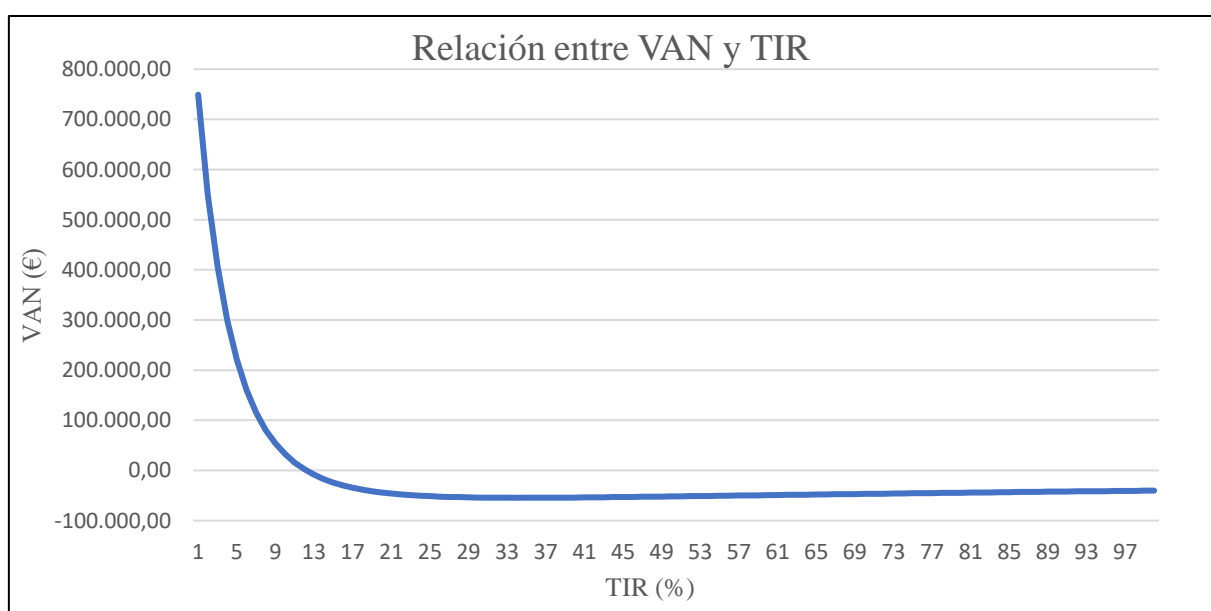


Figura 1. Gráfica relación entre VAN y TIR.

8. Conclusión

Según los resultados obtenidos, el proyecto es viable para la tasa de actualización del 4,52 % fijada por el Tesoro Público para este caso. Se cumple que $TIR > r$.

Entre los valores de tasa de rendimiento de 0 % y 12,20 % el proyecto es considerado viable.

Por tanto, el proyecto podrá ser realizado, alcanzando la recuperación de la inversión en el año 14.

A partir del año de recuperación de la inversión comenzarán los beneficios para el propietario, extendiéndose hasta el año 50.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XVI: Marco legislativo de la truficultura

ÍNDICE

1.	Conceptos jurídicos básicos	2
1.1.	Propiedad y aprovechamiento	2
1.2.	Agricultor a título principal.....	3
1.3.	Agricultor profesional	3
1.4.	Joven agricultor	3
2.	Normativa europea	3
3.	Normativa estatal.....	7
4.	Normativa autonómica	8
5.	Fomento de la truficultura	8
6.	Situación fiscal de la trufa en España.....	8

1. Conceptos jurídicos básicos

1.1. Propiedad y aprovechamiento

Respecto a la truficultura, es necesario abordar los conceptos de propiedad y ordenación. La **Constitución Española** reconoce el derecho a la propiedad privada y a la herencia en su apartado número 1 del artículo 33.

La propiedad de la trufa corresponde al propietario del suelo, de conformidad con el artículo 353 del **Código Civil**. En el artículo 355 se destaca que la trufa es un fruto, un bien natural y producción espontánea de la tierra. La trufa tiene la consideración de aprovechamiento forestal no maderable.

Las potestades normativas sobre esta ordenación están previstas en el artículo 148.1.8n y 149.1.23a in fine de la **Constitución**, de manera que el Estado es competente, con carácter exclusivo, para formular la legislación básica y las Comunidades Autónomas pueden asumir el resto de la potestad normativa.

La normativa básica, viene recogida en la **Ley 43/2003**, de 21 de noviembre, y en el **Decreto 845/1962**, de 22 de febrero, por el que se aprobó el Reglamento para su ejecución. Según lo dispuesto en el apartado 1 del **Código Civil**, del artículo 36 establece que:

El titular del monte será en todos los casos el propietario de los recursos forestales producidos en su monte, incluidos frutos espontáneos, y tendrá derecho a su aprovechamiento conforme a lo establecido en esta Ley y en la normativa autonómica (Reyna, 2007).

Con la separación conceptual de la titularidad y el aprovechamiento y como establece el artículo 11 de la **Ley 43/2003**, existen distintas titularidades:

- Por razón de su titularidad los montes pueden ser públicos o privados.
- Son montes públicos los pertenecientes al Estado, a las comunidades autónomas, a las entidades locales y a otras entidades de derecho público.
- Son montes privados los pertenecientes a personas físicas o jurídicas de derecho privado, ya sea individualmente o en régimen de copropiedad.
- Los montes vecinales en mano común tienen naturaleza especial derivada de su propiedad en común, sujeta a las limitaciones de indivisibilidad, inalienabilidad, imprescriptibilidad e inembargabilidad. Sin perjuicio de lo previsto en el artículo 2.1 de esta Ley, se les aplicará lo dispuesto para los montes privados.

Sea cual sea su titularidad, como dispone el apartado 2, del citado artículo 36:

Los aprovechamientos de los recursos forestales se realizarán de acuerdo con las prescripciones para la gestión de montes establecidas en los correspondientes planes de ordenación de recursos forestales, cuando existan. Se ajustarán también, en su caso, a lo que concretamente se consigne en el proyecto de ordenación de montes, plan dasocrático o instrumento de gestión equivalente vigente.

Y sea cual sea su titularidad, la potestad de regulación se atribuye a las Comunidades Autónomas, como prevé el apartado 3, del citado artículo 36:

El órgano forestal de la comunidad autónoma regulará los aprovechamientos no maderables. Dichos aprovechamientos, y en particular el de pastos, deberán estar, en su caso, expresamente regulados en los correspondientes instrumentos de gestión forestal PORF en cuyo ámbito se encuentre el monte en cuestión.

1.2. Agricultor a título principal

De acuerdo con el artículo 2.5 de la Ley **19/1995**:

El agricultor profesional que obtenga, al menos, el 50% de su renta total de la actividad agraria ejercida en su explotación y cuyo tiempo de trabajo dedicado a actividades no relacionadas con la explotación sea inferior a la mitad de su tiempo de trabajo total.

1.3. Agricultor profesional

De acuerdo con el artículo 2.5 de la Ley **19/1995**:

La persona física, titular de una explotación agraria, que obtenga al menos el 50% de su renta total de actividades agrarias u otras complementarias, siempre y cuando la parte de renta procedente directamente de la actividad agraria no sea inferior al 25% de su renta total y el tiempo de trabajo dedicado sea superior a la mitad de su tiempo de trabajo total.

1.4. Joven agricultor

Persona entre 18 años y 40 años que ejerza o pretenda ejercer la actividad agraria. No debe de tener ingresos agrarios en los últimos 6 meses.

2. Normativa europea

La Unión Europea no posee normativa específica sobre la práctica de la truficultura, pero si una norma sobre la comercialización y los criterios de calidad de la trufa fresca. Hay

una regla general de comercialización (reglamento *CE 1221/2008*) que precisa que, si hay una normativa CEE ONU, se hará referencia a esta (Gómez, 2010).

Normativa *CEE_ONU FFV-53*:

- Disposiciones que conciernen a la calidad

Se realiza una división por categorías: extra, primera y segunda. En todas las categorías, independientemente de las disposiciones particulares previstas y de las tolerancias admitidas, las trufas deben ser:

- Enteras.
- Firmes al tacto.
- Sanas; exentas de podredumbres o alteraciones impropias para el consumo.
- Limpias, el contenido de tierra residual no debe sobrepasar el 5% en peso.
- Exentas de parásitos y de materiales extraños.
- Exentas de alteraciones por el hielo.
- Exentas de humedad exterior anormal.
- Exentas de olores o sabores extraños.
- Tener una maduración suficiente y satisfactoria.

Las trufas pertenecientes a la categoría extra deben ser de calidad superior y reunir los siguientes requisitos:

- Forma redondeada, más o menos regular y lobulada.
- No pueden presentar defectos, a excepción de que sean: muy ligeras alteraciones superficiales, defectos de aspecto, forma o color, a condición de que estos no perjudiquen ni al aspecto general, ni a su calidad, ni a su conservación, ni a su presentación.

Las trufas pertenecientes a la categoría primera deben ser de buena calidad y reunir los siguientes requisitos:

- Pueden presentar defectos como: ligeros defectos de forma, desarrollo o coloración a condición de que estos no perjudiquen ni al aspecto general, ni a su calidad, ni a su conservación, ni a su presentación.

Las trufas pertenecientes a la categoría segunda son las siguientes: las trufas enteras que no hayan podido entrar en las categorías superiores por no reunir las características mínimas exigidas y trozos de trufas que respondan a las características mínimas de cortes francos y de reciente ejecución.

Pueden presentar los siguientes defectos, siempre que guarden sus características esenciales de calidad y de presentación:

- Defectos de forma, de aspecto y de color.
 - Magulladuras superficiales o cortes frescos.
 - Ligeras deterioraciones superficiales realizadas por la fauna.
-
- Disposiciones que conciernen al calibre

El calibre será determinado por la masa unitaria de trufas o trozos de trufas. El peso mínimo es de:

- 20 g para la categoría Extra
- 10 g para la categoría I
- 5 g para la categoría II

- Disposiciones que conciernen a las tolerancias

Las tolerancias relativas a la calidad admitidas según la categoría son las siguientes:

- Categoría Extra: el 2% en masa de trufas no corresponda a las características de la categoría, pero deberá ser conforme a aquellas de la categoría de orden inmediatamente inferior.
- Categoría primera: el 5% en masa de trufas no corresponda a las características de la categoría, pero deberá ser conforme a aquellas de la categoría de orden inmediatamente inferior.
- Categoría segunda: el 10% en masa de trufas no corresponda a las características de la categoría ni a las características mínimas.

Las tolerancias relativas al calibre admitidas según la categoría son las siguientes:

- Para todas las categorías: 10% en peso no corresponda al calibre característico.

- Disposiciones que conciernen a la presentación

Sobre la homogeneidad del producto:

- El contenido de cada paquete debe de ser homogéneo, solo llevar trufas de igual origen, especie y calidad y sensiblemente del mismo estado de maduración, desarrollo y coloración. La parte aparente del paquete debe de ser representativa de todo el conjunto.

Sobre el acondicionamiento del producto:

- Las trufas deben de estar embaladas de manera que se asegure la protección del producto.
- Los materiales utilizados en el interior del paquete deben de ser nuevos, limpios y de un material tal que no puedan causar alteraciones externas o internas de los productos.
- Las etiquetas individuales puestas sobre el producto al retirarse no tienen que dejar trazas visibles de adhesivo ni defectos en la piel.
- Los paquetes deben de estar exentos de todo cuerpo extraño.

Sobre la presentación del producto:

- Las trufas frescas tienen que ser presentadas en bolsas de tela, redes u otros envases que no afecten a su calidad.
- Disposiciones que conciernen al etiquetaje
 - Identificación: nombre y dirección o identificación simbólica, expedida o reconocida por un organismo oficial.
 - Producto: nombre común y nombre botánico.
 - Origen: localidad, Provincia y País.
 - Categoría.
- Listado no exhaustivo de trufas comercializables
 - *Tuber melanosporum Vittadini*
 - *Tuber brumale Vittadini*
 - *Tuber brumale Vittadini var. Moschatum Ferry de Bellone*
 - *Tuber indicum Cooke et Massee*
 - *Tuber aestivum Vittadini*
 - *Tuber uncinatum Chatin*
 - *Tuber mesentericum Vittadini*
 - *Tuber magnatum Pico*

- *Tuber borchii Vittadini*
- *Tuber macrosporum Vittadini*
- *Tuber gibbosum Gilkey*

3. Normativa estatal

Partiendo de la hipótesis que no existiese norma autonómica alguna, sería de aplicación, en virtud del artículo 149.3 de la **Constitución**, el **Decreto 1688/1972**, de 15 de junio, por el que se regulaba la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno. Esta normativa continúa vigente, en términos de supletoriedad y en función de la Disposición Derogatoria Única (Reyna,2007):

- Calendario (*la época de recolección de las trufas queda comprendida entre el 1 de diciembre y el 15 de marzo siguiente*).
- Condiciones mínimas del fruto (*en ningún caso podrán desenterrarse aquellas que no hayan alcanzado un grado de madurez suficiente*).
- Métodos de búsqueda (*solamente podrán utilizarse como animales auxiliares los perros amaestrados para este fin*).
- Método de recolección (*a fin de no dañar el micelio de los hongos, no podrán emplearse en las faenas de recolección herramientas que den lugar a una considerable remoción del terreno, como azadas, picos, palas y similares. Únicamente quedan autorizados lidies de hoja larga y estrecha, tales como cuchillos, machetes y otros similares. Inmediatamente después de extraída la trufa se rellenará debidamente el hueco practicado con la misma tierra que se extrajo*).

La normativa estatal que rige a la truficultura se recoge en los siguientes puntos:

- **Código Civil**: Artículos 334, 335,339, 340, 348, 350, 353, 354 y 355
- **Ley de Montes** de 8 de junio de 1957, artículos 29.1 y 30
- **Decreto 1688/72**, de 15 de junio, por el que se regula la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno (BOE de 5 de julio)
- **Orden de 8 de noviembre de 1972** (Ministerio de Agricultura) desarrollando el anterior decreto (BOE de 20 de noviembre)
- **Orden de 18 de octubre de 1977** por la que se dictan normas de calidad para el comercio exterior de trufas frescas (BOE de 24/10/1977)

4. Normativa autonómica

El artículo 34.1.9 del *Estatuto de Autonomía de Castilla y León*, aprobado por *Ley Orgánica 4/1983*, de 25 de febrero, en su redacción establecida por *Ley Orgánica 4/1999*, de 8 de enero, confiere competencias a esta Comunidad Autónoma en materia de montes, y aprovechamientos forestales. En uso de esta competencia, se dictó el *Decreto 115/1999*, de 3 de junio, por el que se aprueba la Estrategia Forestal de la Comunidad de Castilla y León, y donde se refleja el estado actual de los terrenos forestales de Castilla y León.

La regulación concreta se realizó mediante la *orden de 29 de octubre de 2001*, de la Consejería de Medio Ambiente, por la que se establecen los métodos de búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno, remitiendo a la normativa estatal supletoria el resto de cuestiones (Proynerso, 2017).

La normativa autonómica que rige a la truficultura se recoge en los siguientes puntos:

- *Decreto 83/1998*, de 30 de abril, por el que se desarrolla reglamentariamente el Título IV "De los terrenos", de la *Ley 4/1996*, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León (BOCyL nº 83, de 6/5/98).
- *Decreto 115/1999*, de 3 de junio, por el que se aprueba la Estrategia Forestal de la Comunidad de Castilla y León (BOCyL nº 108 de 8/6/99).
- *Decreto 130/1999*, de 17 de junio, por el que se ordenan y regulan los aprovechamientos micológicos en los montes ubicados en la Comunidad de Castilla-León (BOCyL nº 119 de 23/6/99).

5. Fomento de la truficultura

La herramienta principal utilizada para el fomento de la truficultura es la subvención por parte de las Administraciones Públicas. La existencia y cuantía de éstas va en función de la Ley de Presupuestos de cada Administración (Gómez, 2010).

En la comunidad de Castilla y León se vienen dando ayudas para promover e incentivar las plantaciones trufícolas. En el año 2016 se otorgaron en torno a 50.000 € a distintos truficultores de la comarca de Soria (El periódico de CyL, 2016).

6. Situación fiscal de la trufa en España

El truficultor posee la consideración de agricultor y por tanto no debe pagar el Impuesto de Actividades Económicas, ya que las actividades agrícolas no están sujetas a él (Gómez, 2010).

Respecto a la tributación en renta, el truficultor puede acogerse a dos sistemas de I.R.P.F.

- Estimación directa simplificada: tributa por el beneficio real: Ingresos (Venta de trufa y subvenciones) - Gastos (poda, agua, tractor, etc.). Al beneficio se le descuenta un 5% de gastos.
- Estimación objetiva por módulos: tributan por un beneficio estimado que se calcula multiplicando el volumen de ingresos por un coeficiente de 0,26. Este valor puede variar en caso de arrendamiento o de ingresos bajos.

Respecto a la tributación en IVA:

- Régimen general: aplicable en el caso de estimación directa de renta, cobrando un 4% de IVA en la venta de trufa y presentando una declaración.
- Régimen especial de agricultura, ganadería y pesca: se cobra un 10% de IVA en la venta de trufa, sin necesidad de presentar declaración.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XVII: Estudio básico de Seguridad y Salud

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Características de las obras	3
2.1.	Descripción de las obras y situación	3
2.2.	Presupuesto de la obra.....	3
2.3.	Plazo de ejecución.....	4
2.4.	Personal previsto	4
2.5.	Maquinaria prevista.....	4
2.6.	Medio auxiliares	4
3.	Identificación de riesgos y medidas preventivas	4
3.1.	Movimiento de tierras	4
3.2.	Cimentaciones	6
3.3.	Instalación de tuberías y cerramiento	7
3.4.	Trabajos relativos a la plantación.....	9
3.5.	Utilización general de maquinaria y herramientas	10
3.6.	Labores de señalización de la obra.....	12
4.	Servicio de prevención	12
4.1.	Medidas preventivas específicas	12
4.2.	Reconocimiento médico.....	13
4.3.	Primeros auxilios.....	13
4.4.	Prevención de incendios.....	13
4.5.	Asistencia a accidentados.....	14
4.6.	Formación de los trabajadores.....	14
5.	Plan de emergencia.....	14
5.1.	En caso de alarma.....	14
5.2.	En caso de accidente	15
5.3.	En caso de incendio.....	15
6.	Disposiciones legales de aplicación	15

1. Introducción

La normativa que rige el ámbito de la seguridad y la salud en un proyecto es la siguiente:

- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Ley 31/1995**, de 8 noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Según la normativa expuesta, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El presente proyecto no se corresponde con ninguno de los supuestos anteriores. De todas formas, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Las características de este estudio, de acuerdo con el **Real Decreto 1627/1997** son las siguientes:

- El estudio básico de seguridad y salud a que se refiere el apartado 2 del artículo 4 será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.
- El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.
- En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II. En el estudio básico se contemplarán

también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2. Características de las obras

2.1. Descripción de las obras y situación

La obra será ejecutada en el término municipal de Matalebreras, en la provincia de Soria. El paraje en el que se encuentra la parcela se denomina “Las Holmillas”.

Las características principales de la obra son las siguientes:

- Acceso al tráfico rodado: Sí
- Acceso peatonal: Sí
- Entorno: Rural
- Topografía: Llano

Durante la ejecución del proyecto se llevarán a cabo los siguientes procesos:

- Movimiento de tierras
- Cerramiento
- Instalación del sistema de riego
- Preparación del terreno
- Plantación

2.2. Presupuesto de la obra

El presupuesto general por contrata del proyecto de obra asciende a la expresada cantidad de OCHENTA MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con TRES CÉNTIMOS (80.333,03 €).

A pesar de que las características de las obras y el número de operarios previstos no imponen la obligación de dotar económicamente este apartado, se adquirirá un equipamiento básico de protección individual para cumplir con lo dispuesto en este estudio y minimizar los riesgos en la obra.

2.3. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de la obra será de 179 días, desde el 17 de octubre de 2017 hasta el 14 de abril de 2018. A priori se presenta como un tiempo de obras extenso, pero esto es debido a la irregularidad de las actuaciones, existiendo espaciamentos entre ellas del orden de meses en ocasiones.

2.4. Personal previsto

Para la ejecución de las obras se estima un número máximo de 8 personas trabajando de forma simultánea.

2.5. Maquinaria prevista

La maquinaria que se empleará en la ejecución de las obras será:

- Tractor
- Martillo neumático
- Plantadora
- Camión
- Desbrozadora
- Destilador

2.6. Medio auxiliares

Los medios auxiliares que se utilizarán en las obras serán: azadas, cinta métrica, estacas, etc.

3. Identificación de riesgos y medidas preventivas

3.1. Movimiento de tierras

Riesgos más frecuentes

- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios.
- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Atropellos e impactos de maquinaria.

- Vuelco de la maquinaria.
- Caída de material.
- Siniestros de vehículos por exceso de carga.
- Caída de personas.

Protecciones colectivas

- Limpieza y orden en las zonas de trabajo.
- Evacuación rápida del agua que penetre en la zanja.
- Verificación del estado del terreno de forma previa a la realización del trabajo.
- Señalización de las zonas delimitadas para la circulación de personas o maquinaria.
- No obstaculizar las zonas de tránsito.
- Correcto cerrado de los recipientes que contengan materiales inflamables.
- Revisión periódica de la maquinaria de excavación y transporte.
- Paralización de las obras en caso de fuertes rachas de viento.
- Medición del ruido ocasionado con la maquinaria para no sobrepasar los niveles permitidos.
- Precaución en la realización de trabajos durante el periodo de heladas.
- Eliminación de los objetos punzantes de las zonas de paso de la maquinaria y de personas.
- Utilización correcta de las herramientas de trabajo.
- Utilización de señales acústicas por parte de la maquinaria para alertar de su llegada.

Equipos de protección personal

- Casco de seguridad homologado por el Ministerio de Trabajo.
- Botas de seguridad con puntera metálica homologadas.
- Mono de trabajo de alta visibilidad.
- Cinturón de seguridad de la maquinaria.

- Chaleco de seguridad para trabajadores que transiten por la obra.
- Máscara de protección.
- Protector auditivo.
- Guantes de trabajo.
- Gafas de protección mecánica.
- Traje de agua (en caso de lluvias).
- Botas de goma (en caso de lluvias).

3.2. Cimentaciones

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos desde la maquinaria.
- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Caída de personas al interior de la excavación.
- Caída de personas al mismo nivel, debido al estado del terreno.
- Daños causados por las armaduras metálicas.
- Atropellos e impactos de maquinaria.
- Vuelco de la maquinaria.
- Daños por uso incorrecto de herramientas manuales.

Protecciones colectivas

- Limpieza y orden en las zonas de trabajo.
- Delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Verificación del estado del terreno de forma previa a la realización del trabajo.
- Señalización de las zonas delimitadas para la circulación de personas o maquinaria.
- Habilitar las zonas de paso sobre las excavaciones.
- Delimitación de zonas donde ubicar el material de construcción.

- Eliminación de los objetos punzantes de las zonas de paso de la maquinaria y de personas.
- Utilización correcta de las herramientas de trabajo.
- Utilización de señales acústicas por parte de la maquinaria para alertar de su llegada.
- Prohibición de verter el agua de lavado de las hormigoneras a los cauces fluviales próximos.

Equipos de protección personal

- Casco de seguridad homologado por el Ministerio de Trabajo.
- Botas de seguridad con puntera metálica homologadas.
- Mono de trabajo de alta visibilidad.
- Chaleco de seguridad para trabajadores que transiten por la obra.
- Máscara de protección.
- Guantes de cuero para el manejo de juntas de material.
- Gafas de protección mecánica.
- Traje de agua (en caso de lluvias).
- Botas de goma (en caso de lluvias).

3.3. Instalación de tuberías y cerramiento

Riesgos más frecuentes

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Caída de objetos desde la maquinaria.
- Caída de personas al mismo y a diferente nivel.
- Golpes causados por objetos.
- Atrapamiento con el material del cerramiento.
- Caída de materiales durante la carga o descarga del material.
- Raspado con alambres de espino.

- Sobreesfuerzos en los trabajos de colocación.
- Daños por el uso de objetos punzantes.
- Irritación ocular causado por el pegamento de los tubos.
- Atropellos e impactos de maquinaria.
- Daños cutáneos por astillas de madera.
- Vuelco de la maquinaria.
- Daños por uso incorrecto de herramientas manuales.

Protecciones colectivas

- Limpieza y orden en las zonas de trabajo.
- Delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Construcción de escaleras para la entrada y salida de la zanja.
- Habilitar las zanjas para los trabajos a realizar en su interior.
- Protección de los laterales de las zanjas.
- Verificación del estado del terreno de forma previa a la realización del trabajo.
- Señalización de las zonas delimitadas para la circulación de personas o maquinaria.
- Correcto manejo de los materiales afilados y punzantes.
- Delimitación de zonas donde ubicar el material.
- Eliminación de los objetos punzantes de las zonas de paso de la maquinaria y de personas.
- Utilización correcta de las herramientas de trabajo.
- Utilización de señales acústicas por parte de la maquinaria para alertar de su llegada.
- Traslado correcto de los materiales con dimensiones importantes.

Equipos de protección personal

- Casco de seguridad homologado por el Ministerio de Trabajo.
- Botas de seguridad con puntera metálica homologadas.

- Mono de trabajo de alta visibilidad.
- Guantes de trabajo.
- Faja lumbar.
- Chaleco de seguridad para trabajadores que transiten por la obra.
- Gafas de protección mecánica (en caso de realizar cortes de tuberías).
- Traje de agua (en caso de lluvias).
- Botas de goma (en caso de lluvias).

3.4. Trabajos relativos a la plantación

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos desde la maquinaria.
- Atrapamiento de personas por la maquinaria.
- Caída de personas.
- Atropellos e impactos de maquinaria.
- Vuelco de la maquinaria.
- Falsas maniobras de la maquinaria.
- Daños por uso incorrecto de herramientas manuales.

Protecciones colectivas

- Limpieza y orden en las zonas de trabajo.
- Delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Verificación del estado del terreno de forma previa a la realización del trabajo.
- Señalización de las zonas delimitadas para la circulación de personas o maquinaria.
- Eliminación de los obstáculos de las zonas de tránsito.
- Delimitación de zonas donde ubicar las plantas.
- Eliminación de los objetos punzantes de las zonas de paso de la maquinaria y de personas.

- Habilitar una zona de recepción de materia prima para no comprometer las labores de plantación.
- Utilización correcta de las herramientas de trabajo.
- Utilización de señales acústicas por parte de la maquinaria para alertar de su llegada.
- Medición del ruido ocasionado con la maquinaria para no sobrepasar los niveles permitidos.

Equipos de protección personal

- Casco de seguridad homologado por el Ministerio de Trabajo.
- Botas de seguridad con puntera metálica homologadas.
- Mono de trabajo de alta visibilidad.
- Chaleco de seguridad para trabajadores que transiten por la obra.
- Máscara de protección.
- Cinturón de seguridad de la maquinaria.
- Guantes para la plantación.
- Gafas de protección mecánica.
- Traje de agua (en caso de lluvias).
- Botas de goma (en caso de lluvias).

3.5. Utilización general de maquinaria y herramientas

Riesgos más frecuentes

- Accidentes de tráfico derivados de su transporte.
- Atrapamiento de personas.
- Niveles de ruido elevados.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos e impactos de maquinaria.
- Vuelco de la maquinaria.

- Siniestros de vehículos por exceso de carga.
- Proyección de objetos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Accidentes en la obra por la incorrecta utilización de la maquinaria por inexperiencia o estado conflictivo del conductor.

Protecciones colectivas

- Utilización de la maquinaria por gente experimentada, poseedora de la licencia de conducción pertinente.
- Verificación del estado de la maquinaria de forma previa a la adquisición.
- Utilización de paneles reflectantes en la maquinaria para garantizar su visibilidad.
- Disposición de un extintor en la cabina de la maquinaria.
- Evitar la utilización de la maquinaria en caso de calentamiento excesivo del motor.
- Evitar la utilización de la maquinaria en pendientes superiores a las aconsejadas.
- Permanecer fuera del radio de trabajo de la maquinaria.
- Verificación del estado del terreno de forma previa a la realización del trabajo.
- Señalización de las zonas delimitadas para la circulación de personas o maquinaria.
- No obstaculizar las zonas de tránsito.
- Revisión periódica de la maquinaria.
- Medición del ruido ocasionado con la maquinaria para no sobrepasar los niveles permitidos.
- Eliminación de los objetos punzantes de las zonas de paso de la maquinaria y de personas.
- Utilización de señales acústicas por parte de la maquinaria para alertar de su llegada.

Equipos de protección personal

- Casco de seguridad homologado por el Ministerio de Trabajo.
- Calzado antideslizante.

- Indumentaria de trabajo de alta visibilidad.
- Cinturón de seguridad de la maquinaria.
- Chaleco de seguridad.
- Protector auditivo.
- Guantes.
- Botas de goma.

3.6. Labores de señalización de la obra

Durante el periodo en el que se estén realizando obras en el lugar es necesaria una correcta señalización de las inmediaciones con el fin de evitar impactos por el tráfico externo.

A pesar de que este no es muy concurrido, se colocarán elementos reflectantes en el cruce de la vía con la salida de la parcela para proporcionar visibilidad. Además, se colocará la señalización correspondiente para indicar la velocidad que es necesario adoptar para evitar colisiones.

En las zonas de acceso directo a la parcela se colocarán señales de peligro indicando la salida de maquinaria pesada o camiones.

4. Servicio de prevención

4.1. Medidas preventivas específicas

Todo el conjunto de zonas de trabajo se mantendrá limpio y desprovisto de elementos que puedan poner en riesgo la integridad de las personas.

Se señalizará todo el conjunto de accesos y zonas por las que puede transitar la maquinaria, con el fin de alertar a los trabajadores de las zonas en las que el tránsito se debe realizar con precaución.

Todo el material que se pretenda desechar se colocará lo más próximo posible de la zona donde será cargado, sin obstaculizar el paso de la maquinaria ni ralentizar la labor de los operarios.

4.2. Reconocimiento médico

Todo el personal que trabaje en la obra habrá pasado un reconocimiento médico de forma previa a su ingreso. De este modo se podrá realizar un diagnóstico en caso de problemas posteriores, sobre si los daños ocasionados son por causas propias del trabajo.

4.3. Primeros auxilios

Todo el conjunto de vehículos y maquinaria de la explotación estarán provistos de un botiquín, que será revisado periódicamente y contendrá como mínimo el siguiente material:

- Agua oxigenada
- Desinfectantes y antisépticos.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Guantes desechables.
- Pomada para picadura de insectos.
- Parches oculares.

4.4. Prevención de incendios

Todo el conjunto de vehículos y maquinaria de la explotación estarán provistos de un extintor, que este ubicado de forma accesible para el caso de situaciones de riesgo.

El extintor deberá ser homologado, se guardará en buenas condiciones para el momento de su utilización.

4.5. Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, Mutuas patronales, Mutualidades laborables, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en un sitio visible y accesible, de una lista con teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias o ambulancias para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

4.6. Formación de los trabajadores

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deberán ser empleadas.

Se impartirán cursos esenciales de socorrismos de modo que todas las áreas del trabajo posean, al menos, una persona que se encargue de socorrer en caso de accidente.

Se mostrará al conjunto de trabajadores el material de seguridad pertinente, así como su correcta utilización, con el fin de evitar accidentes.

Durante el transcurso de la obra se continuará con la formación, analizando los puntos defectuosos del plan de seguridad y comentándolos con el equipo de trabajo, evitando que puedan volver a suceder.

5. Plan de emergencia

5.1. En caso de alarma

Las acciones a realizar por el personal de la obra en caso de alarma son las siguientes:

- El encargado será responsable de dar las directrices adecuadas.
- Se mantendrá la calma y se seguirán las indicaciones del encargado.
- Se realizará la salida de la obra de forma ordenada, sin obstaculizarla.
- La evacuación se realizará en silencio, para escuchar correctamente las indicaciones del encargado.
- Todo el conjunto de trabajadores irá hacia el punto de encuentro, en el cual permanecerán hasta que el encargado formalice la evaluación del riesgo.

5.2. En caso de accidente

Las acciones a realizar por el personal de la obra en caso de accidente son las siguientes:

- Se socorrerá inmediatamente a la persona afectada.
- El encargado ordenará una ambulancia, y se trasladará con el herido hasta el centro sanitario más cercano.
- Tras la evaluación del herido por parte del centro sanitario, el encargado realizará un informe sobre los hechos ocurridos y el estado del accidentado.
- En el momento de que ocurra un accidente, los operarios deberán cesar su actividad y alertar a la persona encargada.

5.3. En caso de incendio

Las acciones a realizar por el personal de la obra en caso de incendio son las siguientes:

- Todas las personas estarán capacitadas para la utilización del extintor más próximo con el fin de extinguir el incendio.
- El encargado será el que valore el riesgo y ordene la evacuación de la zona de trabajo por las vías indicadas.
- Todos los operarios deberán avisar al encargado en caso de la presencia de un incendio para poner en marcha el plan de lucha lo antes posible.
- En caso de humos, realizar la evacuación del lugar a ras de suelo.

6. Disposiciones legales de aplicación

- ***Real Decreto 1627/1997***, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- ***Ley 31/1995***, de 8 noviembre. Prevención de Riesgos Laborales.
- ***Real Decreto Legislativo 1/1995***, de 30 mayo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- ***Real Decreto 39/1997***, de 17 de enero, por el cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- ***Real Decreto 485/1997***, de 14 de abril. Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

- ***Real Decreto 486/1997***, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- ***Real Decreto 487/1997***, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación de cargas que entrañan riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- ***Real Decreto 773/97***, de 30 de mayo. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

DOCUMENTO ANEJOS

Anejo XVIII: Estudio de Impacto Ambiental

ÍNDICE

1.	Aspectos preliminares	2
1.1.	Objeto del proyecto	2
1.2.	Marco legal.....	2
1.3.	Características y objeto del estudio	2
2.	Inventario Ambiental.....	4
2.1.	Medio físico	4
2.2.	Medio biótico	4
2.3.	Medio perceptual.....	7
2.4.	Medio sociocultural.....	8
2.5.	Medio económico.....	8
3.	Identificación y evaluación de los impactos.....	8
3.1.	Identificación de impactos y efectos	8
3.2.	Evaluación de los impactos	10
4.	Medidas preventivas y correctoras y compensatorias	12
5.	Programa de vigilancia ambiental	15

1. Aspectos preliminares

1.1. Objeto del proyecto

El proyecto pretende el diseño de una explotación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas en el término de Matalebreras, en Soria.

En la parcela, que poseerá un cerramiento completo a lo largo de todo su perímetro (1.012 m), se instalarán encinas micorrizadas con un marco de plantación de 6x6 m, además de un cultivo complementario de espliego situado entre las líneas, con el fin de obtener ingresos durante los primeros años.

La plantación poseerá un sistema de riego por microaspersión que será instalado a partir del año 7, por lo que en el periodo previo los riegos se realizarán mediante una cuba acoplada al tractor.

1.2. Marco legal

La legislación de aplicación para la realización del presente estudio es la siguiente (EIA, 2017):

- **Ley 21/2013** de 9 de diciembre de Evaluación ambiental.
- **Orden FYM/991/2016**, de 17 de noviembre, por la que se delegan competencias en materia de Evaluación de Impacto Ambiental en los titulares de las delegaciones territoriales de la Junta de Castilla y León.
- **Decreto Legislativo 1/2015**, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- **Decreto 24/2013**, de 27 de junio, por el que se regulan las funciones, composición y funcionamiento de las Comisiones Territoriales de Medio Ambiente y Urbanismo y del Consejo de Medio Ambiente, Urbanismo y Ordenación del Territorio de Castilla y León.
- **Decreto 32/2014**, de 24 de julio, por el que se modifica el **Decreto 24/2013**, de 27 de junio, por el que se regulan las funciones, composición y funcionamiento de las Comisiones Territoriales de Medio Ambiente y Urbanismo y del Consejo de Medio Ambiente, Urbanismo y Ordenación del Territorio de Castilla y León.

1.3. Características y objeto del estudio

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo de recogida de información, análisis y predicción destinado a anticipar, corregir y prevenir los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada

obra o proyecto causa sobre el medio ambiente. Permitiendo a la Administración adoptar las medidas adecuadas a su protección.

La Evaluación de Impacto Ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la fauna, la flora, la gea, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados.

Asimismo, comprenderá la estimación de los efectos sobre los bienes materiales, el patrimonio cultural, las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental relevante derivada del desarrollo de la actuación (EIA, 2017):

Deberán someterse a Evaluación de Impacto Ambiental cualquier actuación, pública o privada, consistente en la realización de las obras, instalaciones, planes y programas o cualquier actuación comprendida en el Anexo I de la **Ley 21/2013**. Este documento expone, en materia que atañe al presente proyecto, lo siguiente:

- *Primeras repoblaciones forestales de más de 50 hectáreas.*
- *Corta de arbolado con propósito de cambiar a otro tipo de uso del suelo, cuando no esté sometida a planes de ordenación y afecte a una superficie mayor de 20 hectáreas. No se incluye en este apartado la corta de cultivos arbóreos explotados a turno inferior a cincuenta años.*
- *Proyectos para destinar terrenos incultos o áreas semi-naturales a la explotación agrícola intensiva, que impliquen la ocupación de una superficie mayor de 100 hectáreas, o mayor de 50 hectáreas en el caso de terrenos en los que la pendiente media sea igual o superior al 20 por cien.*
- *Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamientos de terrenos, cuando afecten a una superficie mayor de 100 hectáreas. No se incluyen los proyectos de consolidación y mejora de regadíos.*
- *Concentraciones parcelarias de más de 300 hectáreas.*

Si la actuación está comprendida en el Anexo II de la misma normativa, sólo deberá someterse a Evaluación de Impacto Ambiental si así lo decide el organismo ambiental competente. En el caso de las actuaciones comprendidas en el Anexo II, las Comunidades Autónomas podrán fijar su normativa propia, lógicamente, dentro del marco de sus competencias. El Anexo II indica lo siguiente en la materia que interesa para el estudio:

- *Proyectos de concentración parcelaria de más de 100 hectáreas (excepto los incluidos en el anexo I).*
- *Primeras repoblaciones forestales cuando entrañen riesgos de grave transformaciones ecológicas negativas.*

- *Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamiento de terrenos cuando afecten a una superficie mayor de 10 hectáreas (proyectos no incluidos en el anexo I), o bien proyectos de consolidación y mejora de regadíos de más de 100 hectáreas.*

El presente proyecto no se encuadraría en ninguno de los supuestos anteriormente expuestos, al tratarse de una repoblación forestal con una extensión inferior a 50 hectáreas. Sin embargo, ya que se pretende realizar la plantación con un alto grado de integración en el medio y con un buen equilibrio en el ecosistema, se cree pertinente la realización del estudio de impacto ambiental con el fin de evaluar si ese alto grado de integración en el ambiente se cumple

2. Inventario Ambiental

2.1. Medio físico

El clima de la zona de estudio es de tipo mediterráneo, con una estacionalidad marcada por un invierno frío y un verano cálido. La temperatura media anual es de 4,9 °C y las máximas y mínimas anuales son de 17,2 °C y de 11 °C, respectivamente. La precipitación media anual es de 520 mm, por lo que se trata de clima semi-árido. Puede haber existencia de heladas tardías que se extienden hasta la entrada de la primavera.

El suelo de la parcela es de tipo calizo, con un valor de pH: cercano a 8,45. Posee una textura franca con una leve tendencia a franco-arenosa, lo que le proporcionará un buen drenaje. Se trata de un suelo profundo y con un nivel de pedregosidad del 28%. El suelo posee baja cantidad de materia orgánica (1,12% en horizonte superior) y un pobre contenido en nutrientes, sobre todo en nitrógeno (0,1%).

El agua que se va a utilizar para el riego procede de un pozo ubicado en un margen de la parcela, del cual existe un análisis previo que verifica que es apta para llevar a cabo labores de riego.

2.2. Medio biótico

La flora característica de la zona de actuación está constituida por las siguientes especies (AMAR, 2017):

- Encina (*Quercus ilex*)
- Carrasca (*Quercus coccifera*)
- Quejigo (*Quercus faginea*)
- Arce (*Acer campestre*)
- Olmo (*Ulmus minor*)

- Pino (*Pinus sylvestris*)
- Chopo (*Populus alba*)
- Sabina (*Juniperus phoenicea*)
- Roble (*Quercus robur*)
- Enebro (*Juniperus communis*)
- Té (*Camellia sinensis*)
- Endrino (*Prunus spinosa*)
- Aliaga (*Genista scorpius*)
- Majuelo (*Crataegus monogyna*)
- Escaramujo (*Rosa canina*)
- Gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*)
- Estepa (*Cistus laurifolium*)
- Zarza (*Rubus ulmifolius*)
- Manzanilla (*Chamaemelum nobile*)
- Tomillo (*Thymus vulgaris*)
- Espliego (*Lavandula latifolia*)
- Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- Vallico (*Lolium rigidum*)
- Cardo borriquero (*Onopordum acanthium*)
- Caléndula (*Calendula arvensis*)
- Amapola silvestre (*Papaver rhoeas*)
- Cola de caballo (*Equisetum sylvaticum*)
- Grama (*Cynodon dactylon*)
- Cola de ratón (*Hordeum murinum*)

La fauna característica de la zona de actuación está constituida, entre otros, por las siguientes especies de anfibios (AMAR, 2017):

- Sapo común (*Bufo spinosus*)
- Tritón palmeado (*Lissotriton helveticus*)
- Rana común (*Pelophylax perezi*)

La fauna característica de la zona de actuación está constituida, entre otros, por las siguientes especies de reptiles (AMAR, 2017):

- Salamanesca común (*Tarentola mauritanica*)
- Lagarto ocelado (*Timon lepidus*)
- Lagartija ibérica (*Podarcis guadarramae*)
- Culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*)
- Culebra de collar (*Natrix natrix*)
- Culebra bastarda (*Malpodon monspessulanus*)
- Víbora hocicuda (*Vipera latastei*)

La fauna característica de la zona de actuación está constituida, entre otros, por las siguientes especies de aves (AMAR, 2017):

- Cuervo (*Corvus corax*)
- Perdiz roja (*Alectoris rufa*)
- Codorniz común (*Coturnix coturnix*)
- Carbonero común (*Alauda arvensis*)
- Jilguero (*Carduelis carduelis*)
- Paloma torcaz (*Columba palumbus*)
- Milano negro (*Milvus migrans*)
- Halcón común (*Falco peregrinus*)
- Vencejo común (*Apus apus*)
- Tórtola común (*Streptopelia turtur*)
- Pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*)
- Garceta común (*Egretta garzetta*)
- Búho real (*Bubo bubo*)
- Gorrión chillón (*Petronia petronia*)
- Urraca (*Pica pica*)
- Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*)
- Águila real (*Aquila chrysaetos*)

La fauna característica de la zona de actuación está constituida, entre otros, por las siguientes especies de mamíferos (AMAR, 2017):

- Ciervo rojo (*Cervus elaphus*)
- Corzo (*Capreolus capreolus*)
- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Jabalí (*Sus scrofa*)
- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)
- Liebre ibérica (*Lepus granatensis*)
- Gato montés (*Felis silvestris*)
- Topillo campesino (*Microtus arvalis*)
- Murciélago común (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Ardilla (*Sciurus vulgaris*)
- Comadreja (*Mustela nivalis*)
- Topo común (*Talpa europaea*)
- Tejón (*Meles meles*)
- Gineta (*Geneta geneta*)

2.3. Medio perceptual

La calidad paisajística de la zona viene configurada por una orografía montañosa y abrupta en la que se intercalan las masas forestales anexas al monte y las parcelas de cultivo, generalmente de carácter cerealista, en la zona del valle. La parcela del proyecto se encuentra en la zona de transición entre las masas forestales de la Sierra del Madero y las parcelas de cultivo que se extienden a sus pies, por lo que podrá actuar como refugio para albergar a la fauna (sobre todo aves) salvaje.

La implantación de encinas no supondrá un impacto visual a considerar debido a que se trata de una especie autóctona de la zona que se desarrolla de manera silvestre en la zona montañosa, e incluso en los linderos de la parcela de estudio. El espliego tampoco supondrá un problema ya que se trata de otra especie que crece de manera silvestre en la zona.

Respecto a otras actuaciones, como el cerramiento o la instalación de la caseta de riego, se intentará reducir lo máximo posible el impacto generado. En el caso del vallado, se optará por el uso de postes de madera de pino que otorgan un aspecto rústico y le garantizan integración en el paisaje. Para el caso de la caseta de riego, se aplicarán medidas para evitar que su impacto visual sea importante.

Los olores debidos a la explotación no supondrán un problema, debido a que serán inexistentes, o serán propios del aroma de la trufa, un producto que crece de manera silvestre en la zona.

Respecto a los ruidos, alcanzarán su mayor grado durante la realización de las labores, sobre todo el primer año, pero no serán muy problemáticos al ser comparables a los realizados por la maquinaria propia de las explotaciones cerealistas.

2.4. Medio sociocultural

El presente proyecto no compromete aspecto alguno del medio sociocultural al no causar ningún daño ni efecto sobre el patrimonio mozárabe conservado en la zona o sobre otros bienes culturales tales como yacimientos o monumentos.

Tampoco causará efecto sobre la cultura de cultivo de la zona, ya que habitualmente se pueden observar en la zona parcelas dedicadas a la truficultura entre las explotaciones cerealistas.

2.5. Medio económico

El proyecto promoverá el empleo en la zona con puestos como tractorista, capataz, peón, etc. Siempre se privilegiará a las personas residentes en el municipio sobre otras, con el fin de fijar a la población y frenar el abandono de las tierras agrarias.

A pesar de que la explotación no podrá dar puestos fijos de trabajo, si se necesitarán personas para cubrir los puestos de mantenimiento con trabajos eventuales cada año.

3. Identificación y evaluación de los impactos

3.1. Identificación de impactos y efectos

- **Análisis edafológico:** se producirá la erosión y compactación del terreno por la entrada de la retroexcavadora. También se realizará una mezcla de horizontes en la zona donde se realizan las calicatas.
- **Cerramiento:** se generará una fractura leve del ecosistema al vallar el terreno, aunque no supondrá un obstáculo ya que los animales pueden atravesar ese paraje por los terrenos colindantes que están desprovistos de cercados. Para el cerramiento se utilizarán postes de madera de pino con el fin de fomentar la integración en el paisaje con un aspecto rústico.

- **Preparación del terreno:** se producirá la erosión del suelo y la alteración de los horizontes, en función de la profundidad del laboreo. A pesar de ello, hay que tener en cuenta que se parte de un suelo compactado por las labores cerealistas antecedentes por lo que también se contribuye al aireado y al drenaje del suelo.
- **Replanteo:** se producirá una compactación y erosión del suelo debido al tránsito del tractor con el rejón a lo largo de la parcela.
- **Plantación:** la apertura de hoyos generará un efecto de erosión localizado en la parcela. La introducción de las dos especies utilizadas no supondrán un impacto ecológico al ser autóctonas de la zona.
- **Riegos de apoyo:** se producirá la compactación del suelo por el paso de la maquinaria que efectuará el riego.
- **Laboreo/escarda:** se produce la alteración de la capa superficial del suelo y la eliminación de la vegetación no deseada, eliminando la cobertura vegetal que frena la erosión del suelo.
- **Poda:** las labores de poda producirán la alteración de la biomasa del árbol, pero no se producirá una parada en su crecimiento ya que se realizan en la fase de reposo. Además, debido a que los restos de poda son destinados a labores de compostaje ajenas a la explotación, no se produce impacto por una labor tan habitual como es la quema de los restos.
- **Fertilización:** las labores de fertilización pueden afectar a las aguas subterráneas por el lavado de los nutrientes, como el nitrógeno. En este caso la aplicación de abonos es reducida, limitándose a cumplir las exigencias de las plantas y poniendo a disposición de éstas los nutrientes de forma rápida, por lo que las pérdidas serán reducidas.
- **Fitosanitarios:** los productos fitosanitarios no se emplearán a menos que sea estrictamente necesario. En caso de utilización, ésta será muy espaciada y a bajas dosis. Estas tareas producirán impacto sobre el suelo (si se almacenan de forma residual), sobre la fauna, la flora y las aguas del lugar.
- **Sistema de riego:** se producirá erosión e inversión de los horizontes superficiales del suelo en el proceso de instalación. El impacto visual no será muy pronunciado al tratarse de tuberías de pequeño grosor.
- **Caseta de riego:** para la instalación de la caseta de riego será necesario llevar a cabo labores de cimentación, por lo que se alterará la estructura del suelo. Asimismo, al estar construida en hormigón, causará un impacto visual al no tratarse un material con un aspecto mimético.

- **Recolección de la trufa:** la creación de los pozos de búsqueda provocará una erosión de la capa superficial. La compactación originada por el tránsito del truficultor y el perro se desestima al no ser prácticamente apreciable.
- **Recolección del espliego:** la recolección del espliego se realiza de manera manual, por lo que no se produce la compactación del suelo por las personas recolectoras. Sí es apreciable la compactación causada por la maquinaria que se encarga de la destilación del producto.
- **Levantamiento de la plantación:** el arranque de los árboles producirá la erosión del suelo, ligado a la compactación causada por la maquinaria encargada de recoger la madera y transportarla.

3.2. Evaluación de los impactos

Para la evaluación de los impactos existentes se utiliza la matriz de Leopold (Tabla 1), un método cualitativo de análisis en que se representan las distintas acciones que provocan el impacto (columnas) y los diferentes medios a los que se afecta (filas).

Se usará una clave específica para indicar el grado de gravedad del impacto causado por cada una de las acciones, cuyos componentes son: Crítico (CR), Severo (S), Medio (M), Leve (L) e Inexistente (IN).

Tabla 1. Matriz de Leopold utilizada para el EIA.

<div> <div>Actuaciones causantes de posibles impactos ambientales</div> <div>Elementos y características ambientales</div> </div>		Análisis edafológico	Cerramiento	Preparación del terreno	Replanteo	Plantación	Riegos de apoyo	Laboreo/escarda	Poda	Fertilización	Fitosanitarios	Sistema de riego	Caseta de riego	Recolección trufa	Recolección espiago	Levantamiento plantación
Medio físico	Atmósfera	IN	IN	M	L	IN	L	L	IN	M	L	IN	L	IN	L	L
	Suelo	L	M	S	L	M	L	M	IN	L	L	L	M	L	L	S
	Agua	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	S	L	IN	IN	IN	IN	IN
Medio biótico	Flora	L	L	M	L	L	L	S	M	IN	L	IN	IN	IN	L	S
	Fauna	L	M	M	L	L	L	L	M	L	L	IN	IN	IN	L	S
Medio perceptual	Visual	L	M	L	L	L	L	L	L	L	L	M	S	L	L	M
	Ruido	L	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L	M	IN	L	L
	Olores	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	L	M	IN	IN	L	L	IN
Medio sociocultural	Patrimonio	IN	M	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Uso de tierras	IN	L	IN	IN	IN	L	IN	IN	IN	IN	L	L	IN	L	L
Medio económico	Fomento empleo	L	M	L	L	L	L	L	L	L	L	L	M	L	M	L

La clave de evaluación designada permite clasificar cada actividad en función de su magnitud de impacto. Como todos los impactos que se producen son a escala global, se desestima la utilización de las escalas numéricas convencionales de las matrices de Leopold, en las que se indica mediante un número tanto la amplitud como la actuación como la magnitud del impacto.

Cabe destacar que esta matriz está diseñada para identificar los puntos sobre los que es necesario actuar, ya que la escala de valoración otorga a cada actividad una atribución con connotación negativa (excepto el medio económico), calificando su nivel de daño sobre los distintos medios. A pesar de esto, también hay impactos positivos por la implantación de la explotación trufícola que son dignos de conocer y valorar:

- **Cambio del uso del suelo:** los suelos resultan castigados como consecuencia de la implantación continua del mismo cultivo, al tener demandas de nutrientes y requerimientos constantes e idénticos. Al introducir un cultivo nuevo se da la posibilidad de aprovechar otras aptitudes de un suelo que podría estar agotado y castigado para otro cultivo. Cabe destacar que la trufa es un cultivo con pocos requerimientos edáficos, y que permite la renovación del suelo al no tener grandes exigencias.
- **Fomento de la biodiversidad:** al introducir un cultivo nuevo en una zona, si es diferente a los que se encuentran alrededor, se produce un aumento de la diversidad biológica, y se contribuye a que resulte un nuevo hábitat para la fauna del lugar. Además, como en el presente caso, las especies introducidas son autóctonas, por lo que se fomenta la reproducción y mantenimiento de dichas especies en el tiempo.
- **Fijación de la población:** la implantación de la trufera derivará en la creación de empleo para el municipio, y como consecuencia, fomentará el desarrollo de la zona y la fijación de la población. Si bien es cierto que los trabajos que se ofrecerán serán de carácter eventual, una persona puede constituirse un empleo a más tiempo si trabaja en más explotaciones de este tipo que existan en las inmediaciones.
- **Mejora del medio:** al implantar un cultivo como la trufa se reducirá la erosión del suelo debido a las reducidas tareas de laboreo a realizar.

4. Medidas preventivas y correctoras y compensatorias

Tras la evaluación de los impactos existentes se deben establecer un conjunto de medidas para tratarlos convenientemente, evitar su aparición en el momento dado o compensar dicho impacto, en caso de no ser muy restrictivo, con otra acción de gran beneficio para el medio ambiente.

La aplicación de medidas se llevará a cabo de manera prioritaria en el caso de las acciones que hayan obtenido una atribución de impacto severo o impacto crítico en la evaluación anterior. Para las actividades que hayan obtenido una atribución de mediano impacto se establecerán medidas según se considere la magnitud real del impacto.

A continuación, se detalla el conjunto de medidas que se ha designado para cada actividad concreta:

- **Cerramiento:** las labores de colocación del vallado se realizarán de forma precisa, sin realizar la zanja de dimensiones mayores a las necesarias, con el fin de no provocar la alteración de los horizontes en zonas superfluas.

La elección del tipo de vallado se ha realizado previamente con el fin de reducir el impacto visual, ya que se ha optado por la utilización de madera de pino para facilitar la integración paisajística.

Asimismo, se colocará una malla cinegética que no permite el paso de animales de gran tamaño a la explotación, pero sí de pequeño tamaño a través de sus oquedades, por lo que se contribuye a respetar al máximo el hábitat propio del lugar. Por otro lado, debido a que no existen cerramientos en las parcelas colindantes, los animales podrán atravesar la zona por ellas.

- **Preparación del terreno:** todo el conjunto de labores que se ejecutarán como consecuencia de la preparación del terreno se realizarán cuando el estado de humedad en el suelo sea el favorable, para evitar castigar terrenos demasiado secos o para no realizar surcos en terreno muy húmedos por el paso de la maquinaria.

Las labores se realizarán de manera espaciada en el tiempo con el fin de favorecer la fragmentación natural de los agregados gracias a los agentes de meteorización naturales, en detrimento de labores de pulverizado de la tierra precoces. Con esto se consigue dotar al suelo de tiempo para que se produzcan los intercambios gaseosos correspondientes, la reabsorción de agua por las partículas y la reorganización de la fauna del suelo a sus distintos niveles.

Como labor complementaria, se obligará al personar que utilice la maquinaria propia de la explotación a mantenerla en condiciones de trabajo y sin ningún tipo de derrame que pueda causar impacto en la parcela.

- **Plantación:** en esta fase se producirá una erosión del suelo debido a la apertura de los hoyos de plantación, acompañada de una leve inversión de los horizontes superficiales.

Se dará orden a los operarios encargados de la plantación de ejecutar los hoyos de plantación de la medida necesaria para introducir los plantones correspondientes, sin excesos. De igual modo, de forma transversal para las demás actuaciones, se dotará a todo operario de la explotación de unas premisas básicas sobre la protección del medio ambiente, con el fin de que en el momento de realizar una tarea tengan la capacidad suficiente de prevenir cualquier tipo de impacto que no debiese ser realizado.

- **Laboreo:** la realización de las tareas anuales de laboreo superficial causa un efecto sobre la flora que se ha designado como severo. Esto es lógico, ya que se analiza desde un punto de vista medioambiental y no agronómico. Con estas labores se elimina la vegetación adventicia que prolifera en la parcela y que procede del banco de semillas del suelo.

Como esta situación no se puede eliminar porque iría en contra de los objetivos de la explotación, al igual que sucede con las labores de poda (reducen refugio para fauna salvaje), se ha optado por la introducción de una medida compensatoria.

Esta medida consiste en la introducción de un cultivo complementario, situado entre las líneas de encinas, formado por plantas de espliego. Éstas, además de tener un fin económico, posee un fin de compromiso con el medio ambiente al introducir una especie autóctona que protegerá una gran parte de la explotación donde no se realizarán tareas de laboreo ni de escarda durante un periodo de tiempo largo. Por tanto, se reduce de ese modo también la cantidad de superficie de la parcela a laborear y con ello se frena la erosión.

- **Fertilización:** las labores de abonado tienen un efecto negativo sobre el medio físico, ya que ciertos elementos nutricionales que se aportan tienen mucha tendencia a perderse por efecto de la lixiviación o la volatilización.

Generalmente, los efectos más negativos se dan en explotaciones en las que la cantidad de fertilizantes aplicada es mucho más elevada que la cantidad de nutrientes asimilables de forma rápida por la planta. En este caso se optará por la fertilización de las plantas ajustándose a sus necesidades más básicas, con unas dosis muy reducidas y una aplicación localizada del abono con el fin de ponerlo a disposición de las plantas rápidamente.

- **Fitosanitarios:** la aplicación de fitosanitarios va acompañada habitualmente de la emisión de olores desagradables según la sustancia utilizada que pueden llegar hasta los núcleos poblacionales si se realizan en una zona cercana.

En el presente proyecto se ha dictaminado que no se realizarán tratamientos fitosanitarios a menos que sean estrictamente necesarios y que se encuentre en peligro la viabilidad de la explotación en algún momento dado. De todos modos, en el caso de que hubiese que realizar algún tratamiento, se instalará la medida de minimizar al máximo la propagación de olores mediante la fumigación en días en los que no haya presencia de viento.

- **Instalación de riego:** el principal problema que presenta el sistema de riego y la caseta de riego es su integración en el paisaje, al tratarse de dos elementos de difícil mimetización.

En el caso del sistema de riego se ha optado por el enterramiento de las tuberías de mayor grosor, con el fin de corregir el impacto visual que generaría el sistema de tuberías completo al descubierto. De este modo, solo serían visibles las tuberías

que conducen el agua a los árboles y que poseen un color oscuro, más fácil de integrar en el entorno.

Respecto a la caseta de riego, se optará por dotarle de una pintura de color oscuro que facilite su integración en el entorno, asemejándose a las casetas de madera para guardar aperos que poseen los agricultores de la zona.

Además, se incitará a los especialistas en cimentación que se realicen las tareas minimizando al máximo la alteración del suelo.

- **Levantamiento de la plantación:** en las tareas de arrancado y retirada de los árboles de la parcela el mayor problema será la compactación y la erosión del suelo por la maquinaria utilizada. Además, al eliminar los árboles se dejará la parcela vacía, eliminando refugio para la fauna salvaje.

Como medida compensadora, y en base a los deseos del promotor ajenos a este proyecto, se incitará al mismo a realizar un trabajo de descompactación tras el levantamiento de los árboles, que le servirá para preparar el terreno para el próximo cultivo que pretenda implantar.

De este modo, se evitará que la suela labor persista durante mucho tiempo teniendo como consecuencia la generación de escorrentía erosiva al reducir la infiltración.

5. Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia ambiental irá encaminado al control de la correcta ejecución de las medidas planteadas, así como de la comprobación de su eficacia, analizando las causas en caso de ineficacia y planteando los remedios adecuados.

Se verificará la calidad de todos los materiales que se utilicen en la explotación, con el objetivo de evitar cualquier tipo de impacto por la existencia de materiales defectuosos.

En el caso de existir impactos no previstos se propondrá nuevamente un conjunto de medidas de distinta orientación con el fin de mitigarlos lo antes posible, o de reducirlos hasta su completa mitigación.

Como norma general, se revisará con mucha frecuencia el sistema de riego de la explotación, comprobando que no existen deficiencias, desgastes ni perforaciones en el mismo. También se comprobará de forma periódica el estado de los filtros colocados en el cabezal y el funcionamiento de la bomba.

La maquinaria, aunque su propiedad sea ajena a la explotación, deberá pasar los controles y las revisiones técnicas necesarias a lo largo del periodo de explotación, con el fin de evitar cualquier fallo el día de la utilización debido a un mal mantenimiento que retrase las labores.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**
.....

DOCUMENTO Nº4: PLANOS

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN**

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice de contenidos del Documento Planos

Plano I: Localización a nivel estatal, autonómico y provincial.

Plano II: Situación de la zona de actuación.

Plano III: Vista en planta del vallado de la parcela.

Plano IV: Detalle de la colocación del vallado.

Plano V: Vista en planta de la disposición de la plantación.

Plano VI: Detalle de la disposición de la plantación.

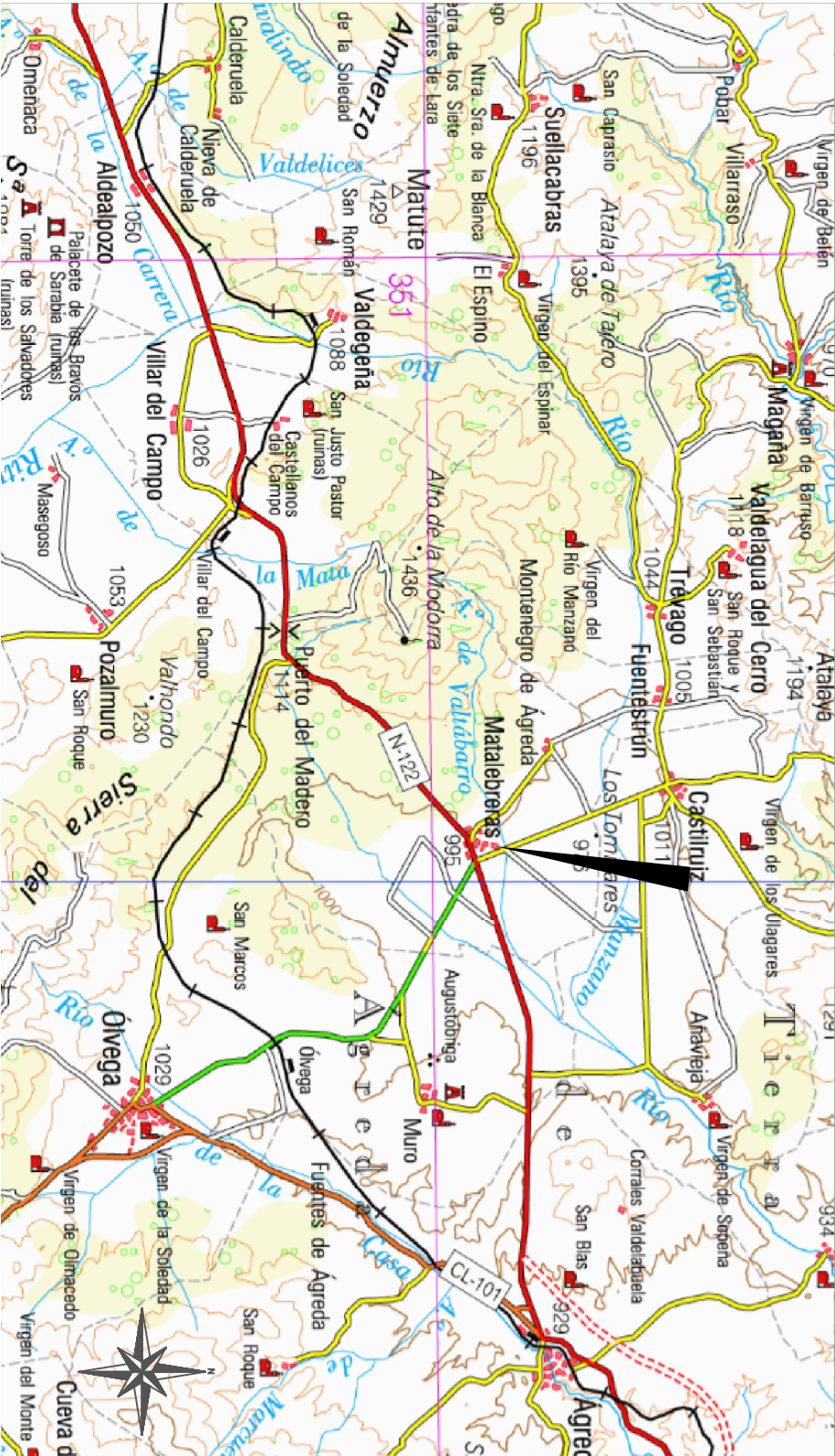
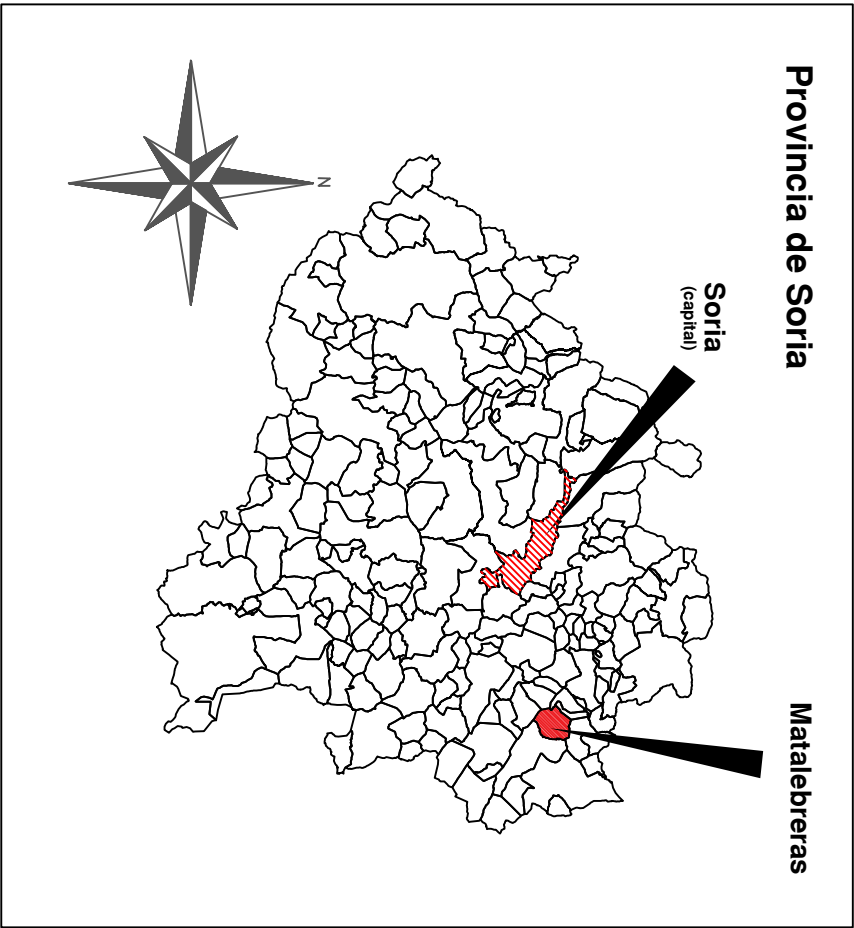
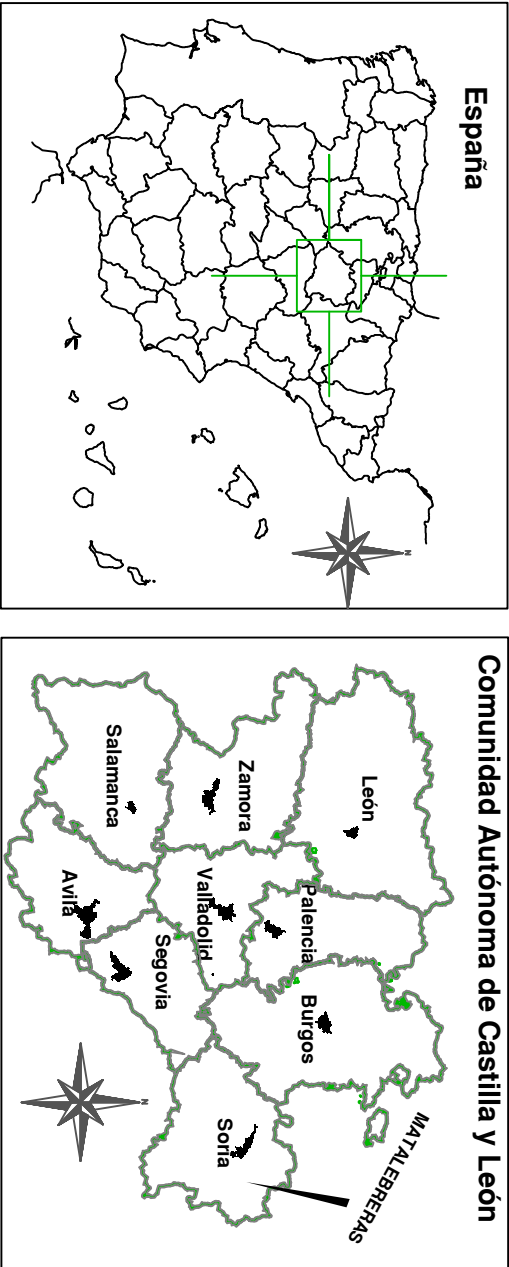
Plano VII: Definición de las unidades de riego.

Plano VIII: Vista en planta de la red de riego.

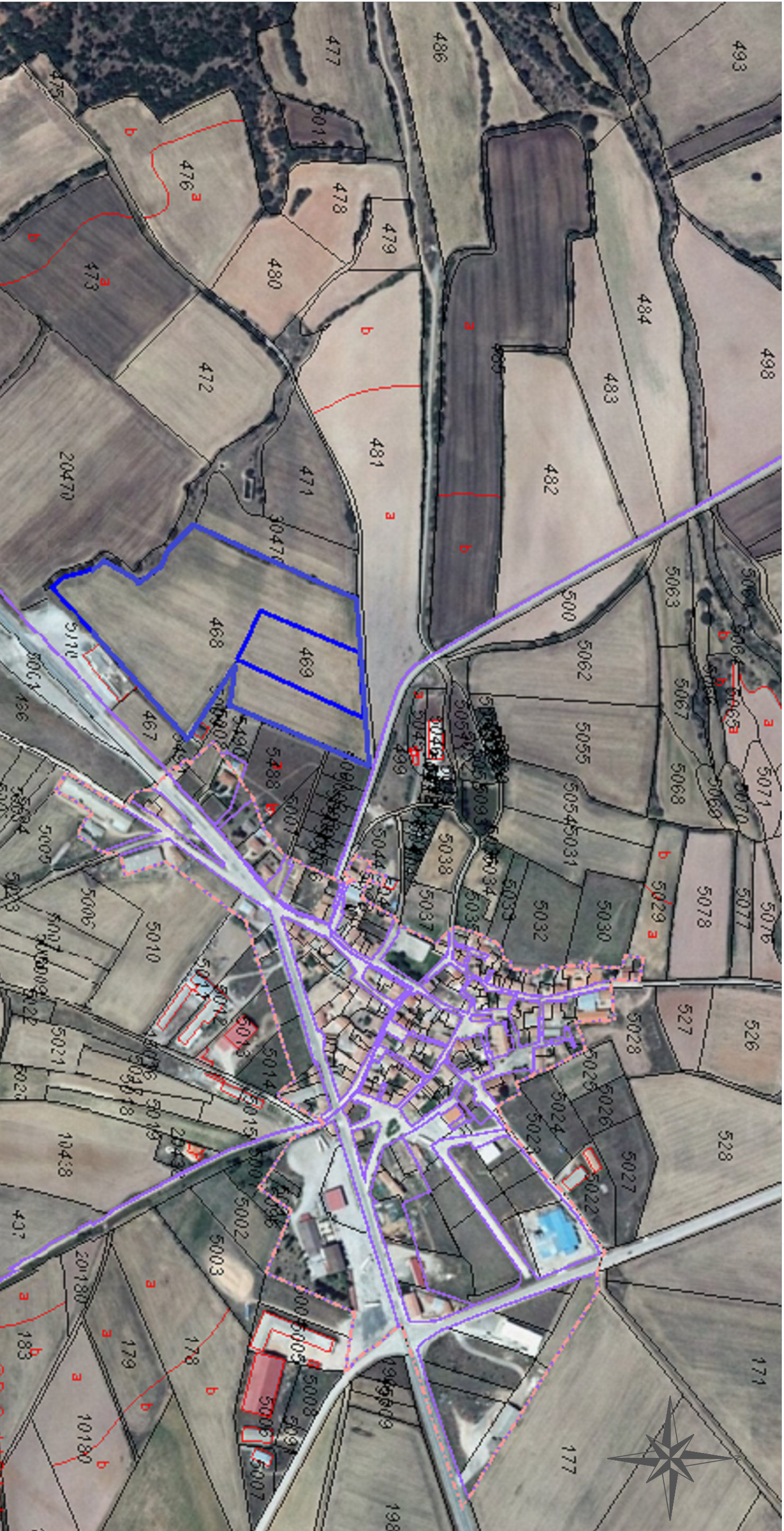
Plano IX: Detalles constructivos de la red de riego.

Plano X: Dimensiones y características de la caseta de riego.

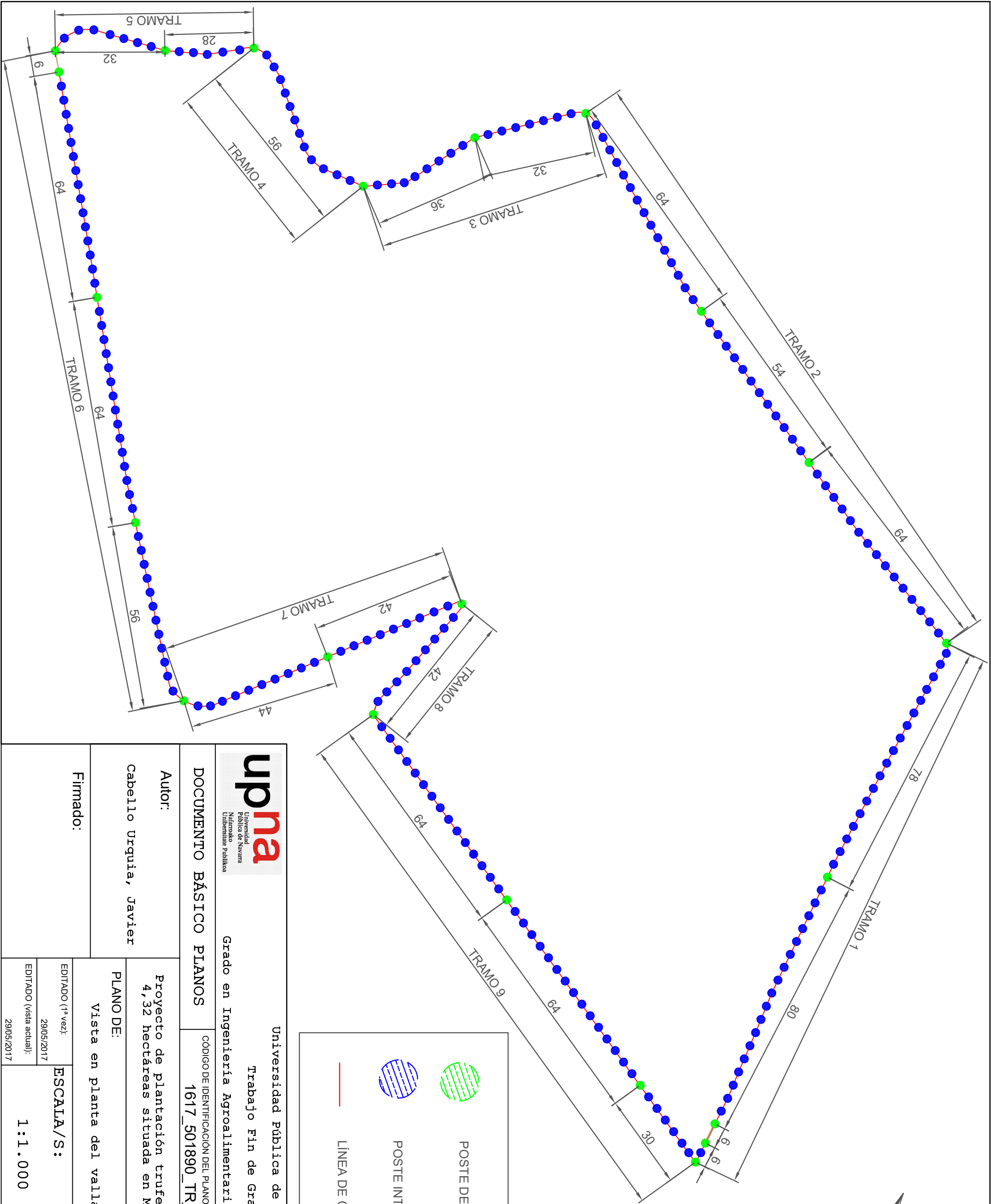
Plano XI: Cimentación de la caseta de riego.



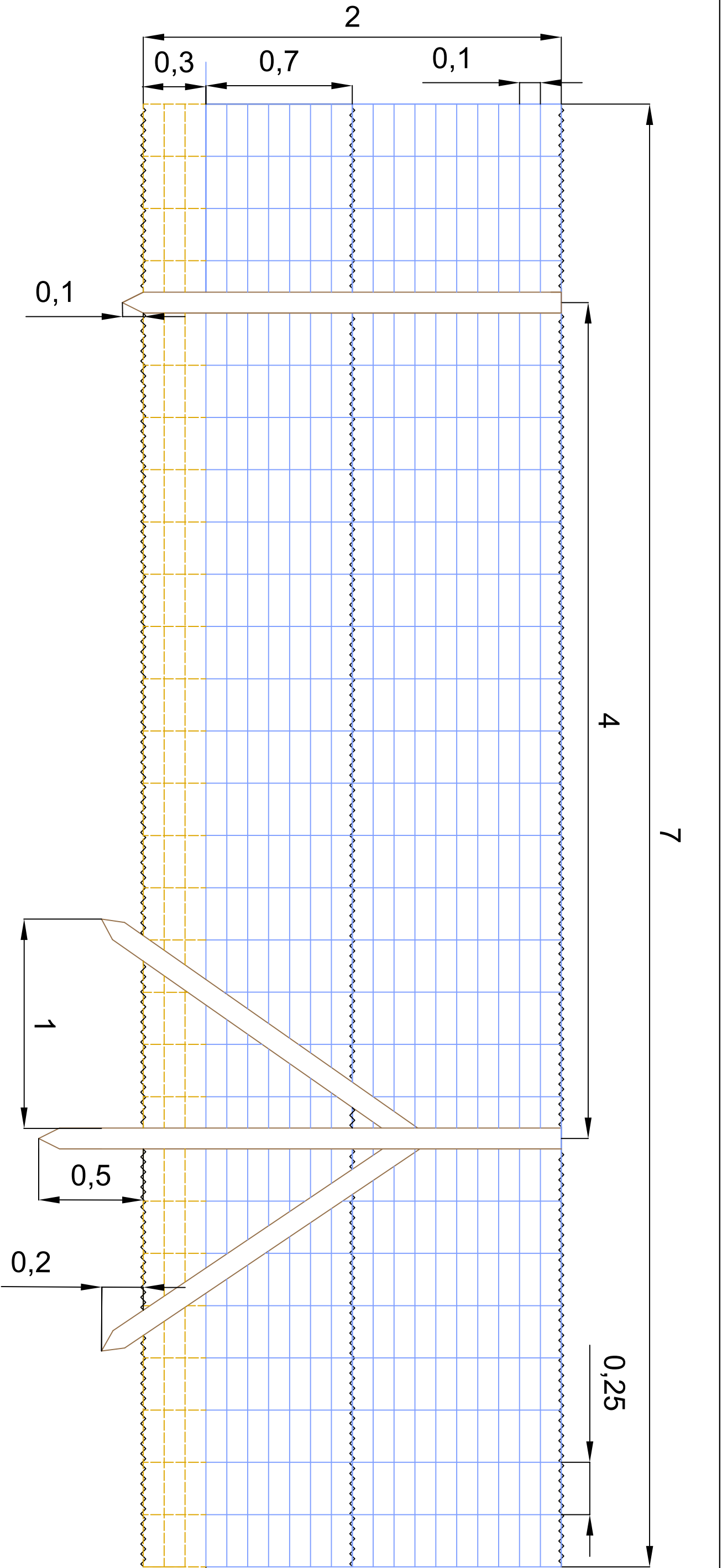
<div><div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Navarra</div><div>Universitate Publikoa</div></div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div></div></div>			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:	
		1617_501890_TR_P_0111	
REVISIÓN:		AA	
Autor:		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalaebreiras (Soria)	
Cabello Urquía, Javier		PLANO DE:	
		Localización a nivel estatal, autonómico y provincial	
Firmado:		EDITADO (1ª vez):	
		29/05/2017	
		EDITADO (vista actual):	
		29/05/2017	
		ESCALA/S:	
		1:200.000	
		PLANO:	
		01/11	



 Universidad Pública de Navarra Náutico Universitaria Publicum		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado	
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO: 1617_501890_TR_P_0211	REVISIÓN: AA
Autor: Cabello Urquía, Javier		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)	
Firmado:		PLANO DE: Situación de la zona de actuación	
EDITADO (1ª vez): 29/05/2017		ESCALA/S:	PLANO:
EDITADO (vista actual): 29/05/2017		1:5.000	02/11



<div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div><div>Trabajo Fin de Grado</div></div>			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:	REVISIÓN:
Autor:		1617_501890_TR_P_0311	AA
Cabello Urquía, Javier		PLANODE:	
Firmado:		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)	
		Vista en planta del vallado de la parcela	
EDITADO (1ª vez):		ESCALA/S:	PLANO:
29/05/2017			
EDITADO (vista actual):		1:1.000	03/11
29/05/2017			



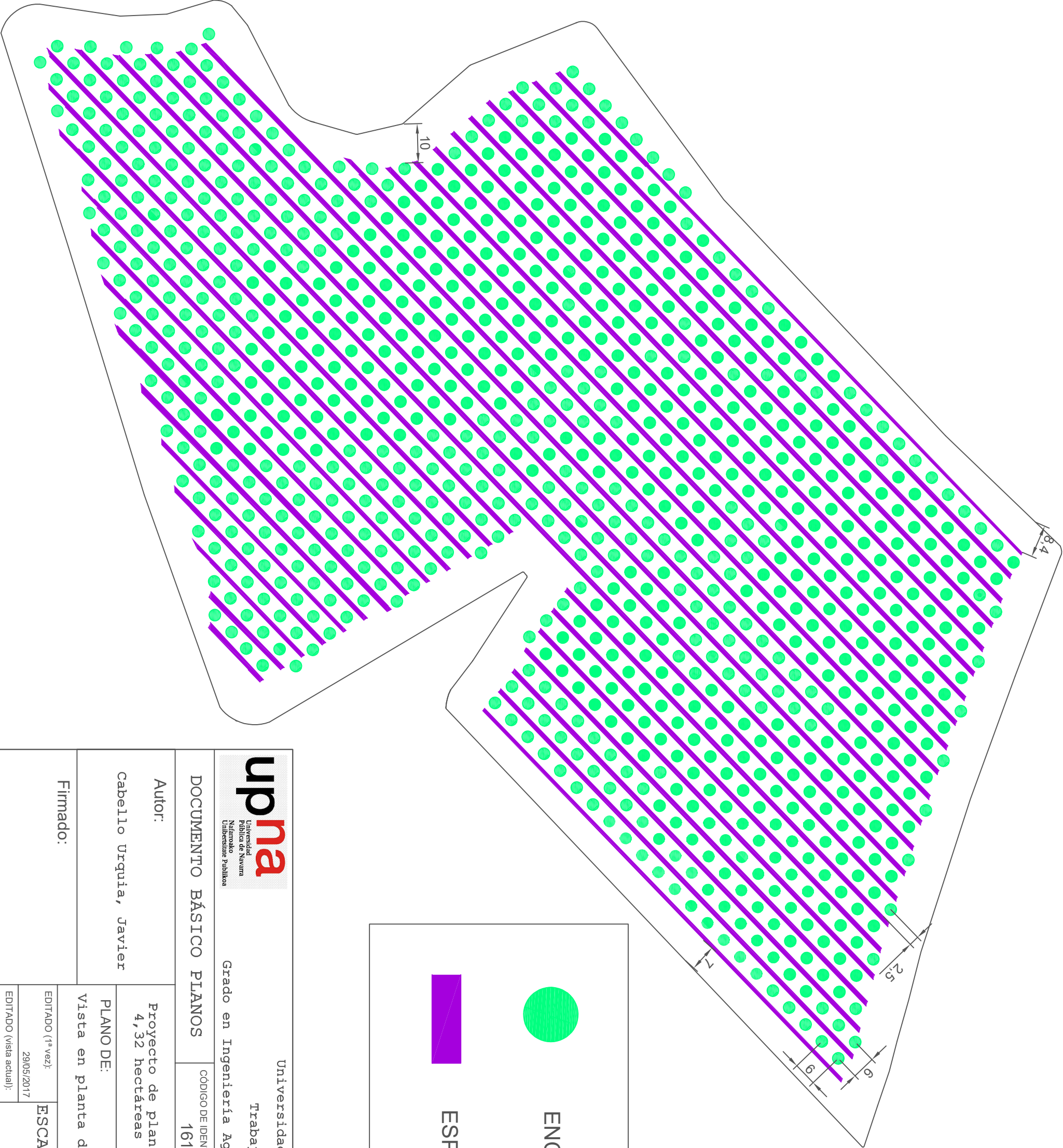
ALAMBRE ESPINO

POSTE

MALLA CINEGÉTICA

MALLA ENTERRADA

<div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div>		Universidad Pública de Navarra		Trabajo Fin de Grado	
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:		REVISIÓN:	
Autor:		1617_501890_TR_P_0411		AA	
Cabello Urquía, Javier		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)			
Firmado:		PLANO DE:			
		Detalle de la colocación del vallado			
EDITADO (1ª vez):		ESCALA/S:		PLANO:	
29/05/2017					
EDITADO (vista actual):		1 : 20		04 / 11	
29/05/2017					



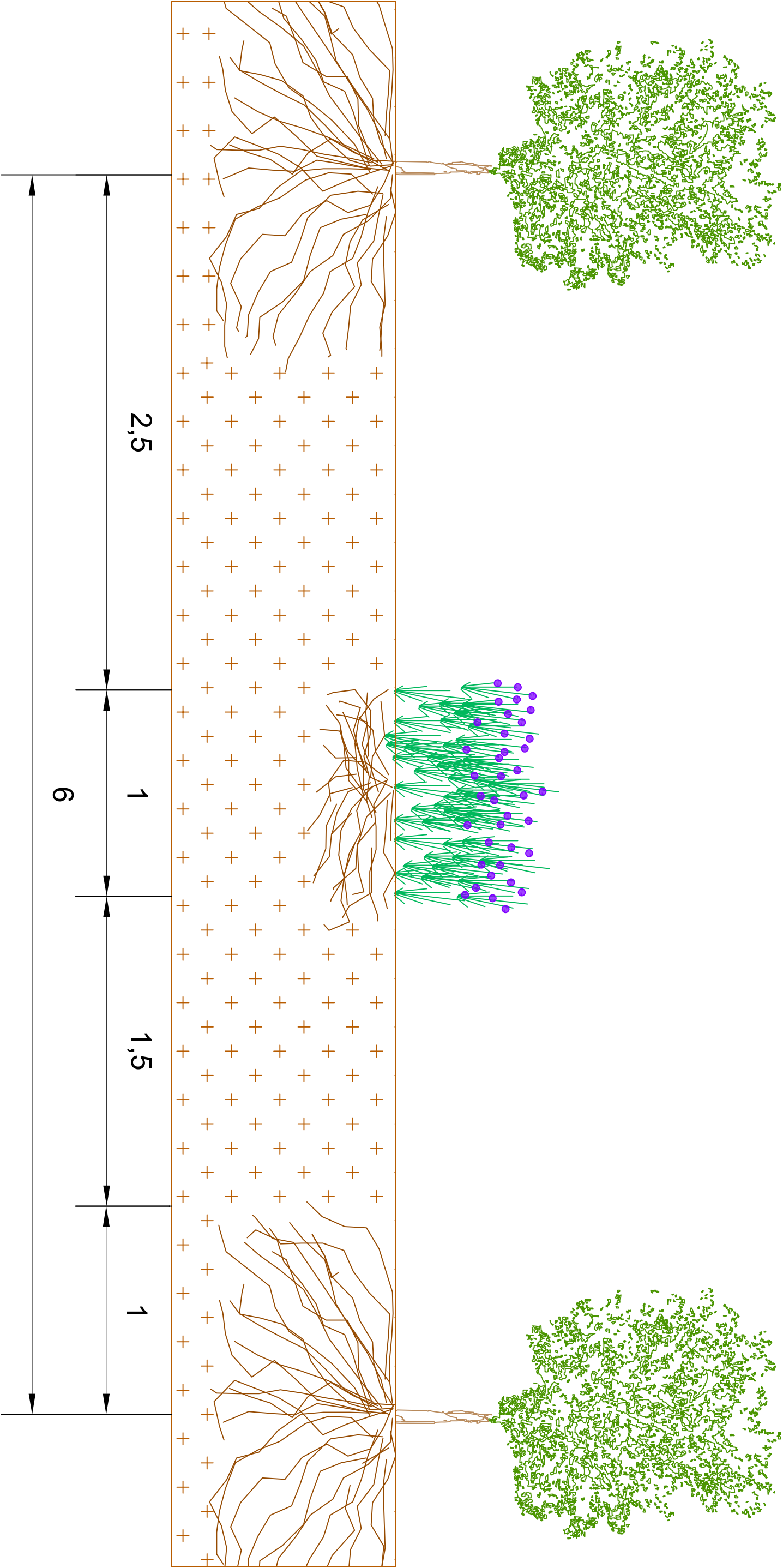


ENCINA MICORRIZADA

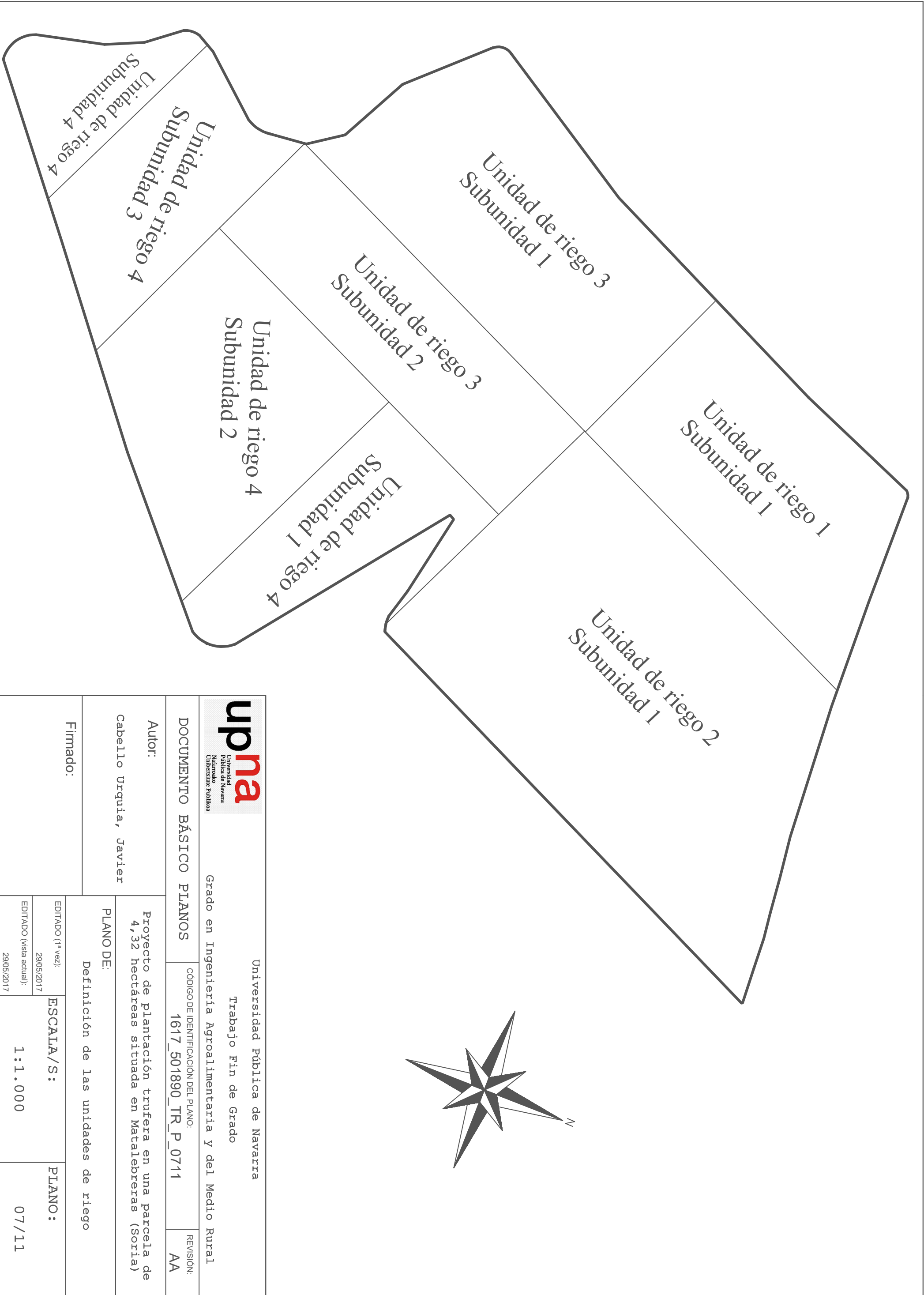


ESPLIEGO

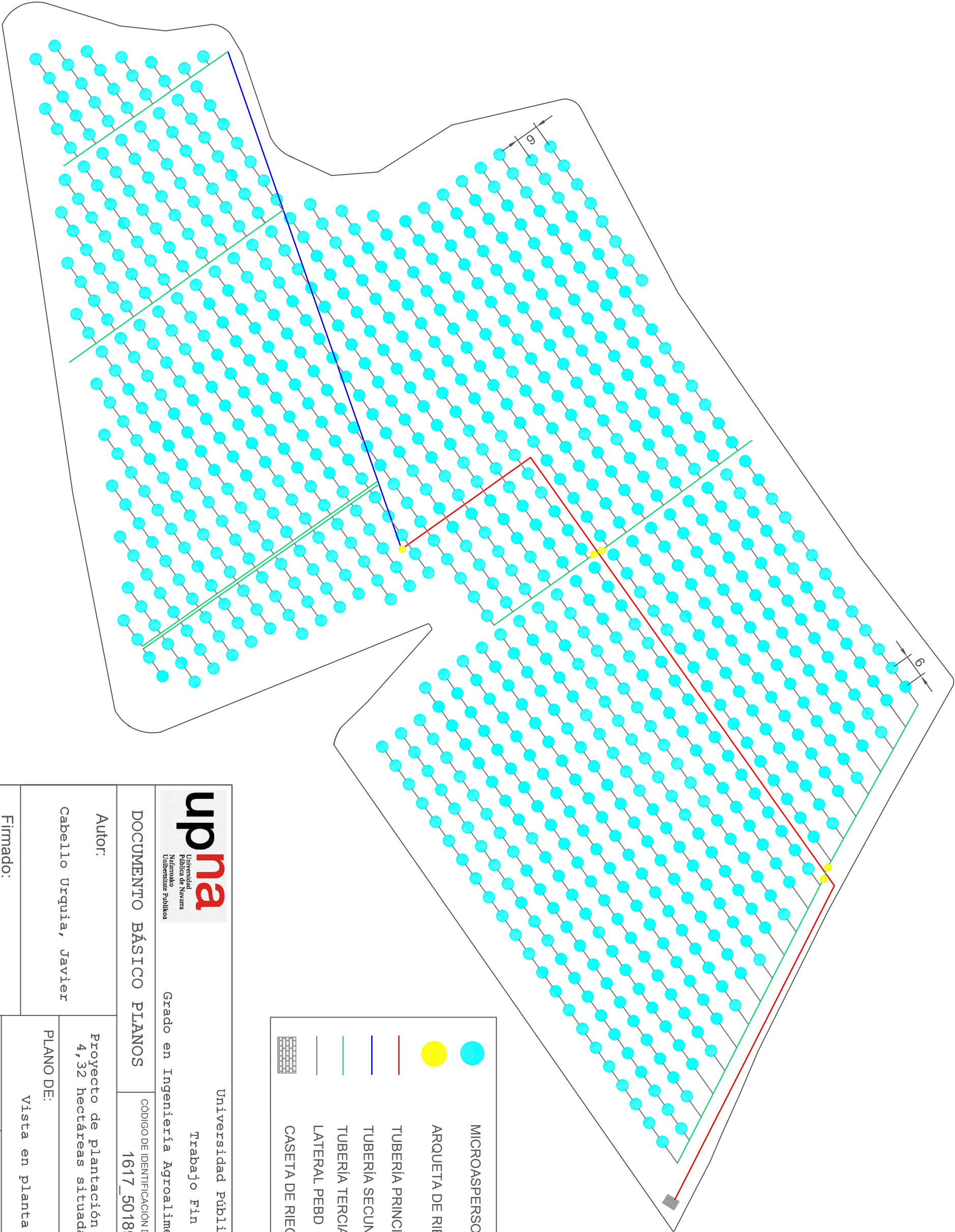
<div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nárraoko Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div>			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:		REVISIÓN:
	1617_501890_TR_P_0511		AA
Autor:	Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)		
Cabello Urquía, Javier	PLANO DE:		
Firmado:	Vista en planta de la disposición de la plantación		
EDITADO (1ª vez):		ESCALA/S:	PLANO:
29/05/2017			
EDITADO (vista actual):		1 : 1 . 000	05 / 11
29/05/2017			



<div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div>			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:		REVISIÓN:
	1617_501890_TR_P_0611		AA
Autor:	Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)		
Cabello Urquía, Javier			
Firmado:		PLANO DE:	
		Detalle de la disposición de la plantación	
EDITADO (1ª vez):		ESCALA/S:	
29/05/2017			
EDITADO (vista actual):		PLANO:	
29/05/2017		06/11	



<div><div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Návarro</div><div>Universitate Publikoa</div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div></div>					
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO: 1617_501890_TR_P_0711		REVISIÓN: AA	
Autor: Cabello Urquía, Javier		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)			
Firmado:		PLANO DE: Definición de las unidades de riego			
EDITADO (1ª vez): 29/05/2017		ESCALA/S: 1:1.000		PLANO: 07/11	
EDITADO (vista actual): 29/05/2017					



MICROASPELADOR

ARQUETA DE RIEGO

TUBERÍA PRINCIPAL PVC

TUBERÍA SECUNDARIA PVC

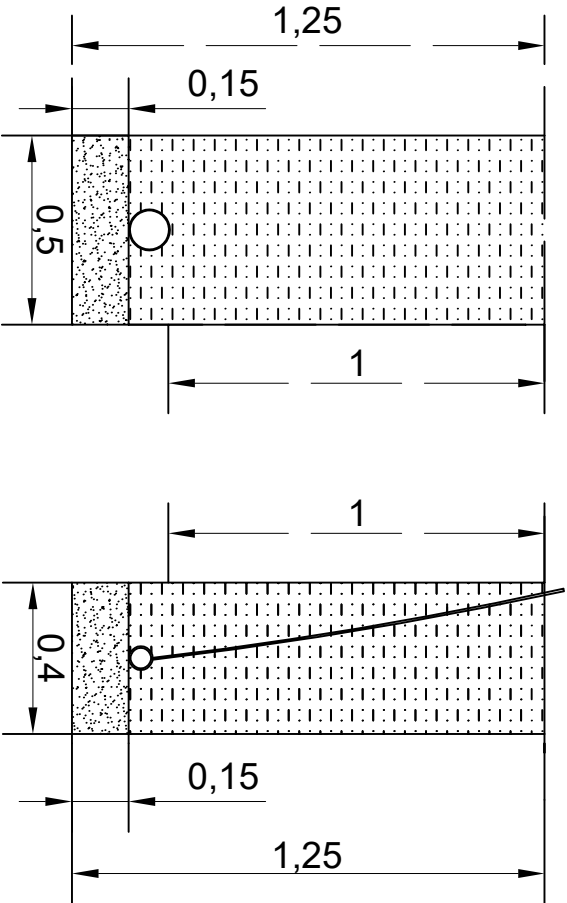
TUBERÍA TERCIARIA PEBD

LATERAL PEBD

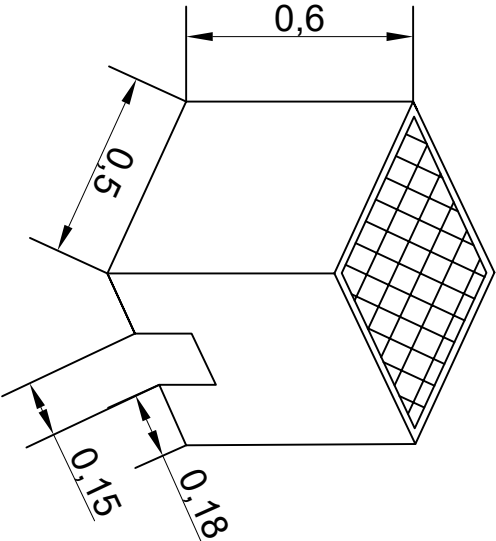
CASITA DE RIEGO

<div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Námpago</div><div>Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div>							
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:		REVISIÓN:			
		1617_501890_TR_P_0811		AA			
Autor:		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)					
Cabello Urquía, Javier		PLANO DE:					
Firmado:		Vista en planta de la red de riego					
		EDITADO (1ª vez):		ESCALA/S:		PLANO:	
		29/05/2017		1:1.000		08/11	
		EDITADO (vista actual):					
		29/05/2017					

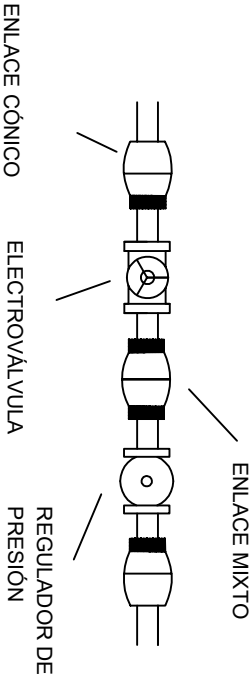
Detalle de las zanjas de riego para tuberías principales y terciarias



Características de la arqueta de riego



Vista ampliada de los componentes generales que se encuentran dentro de la arqueta de riego

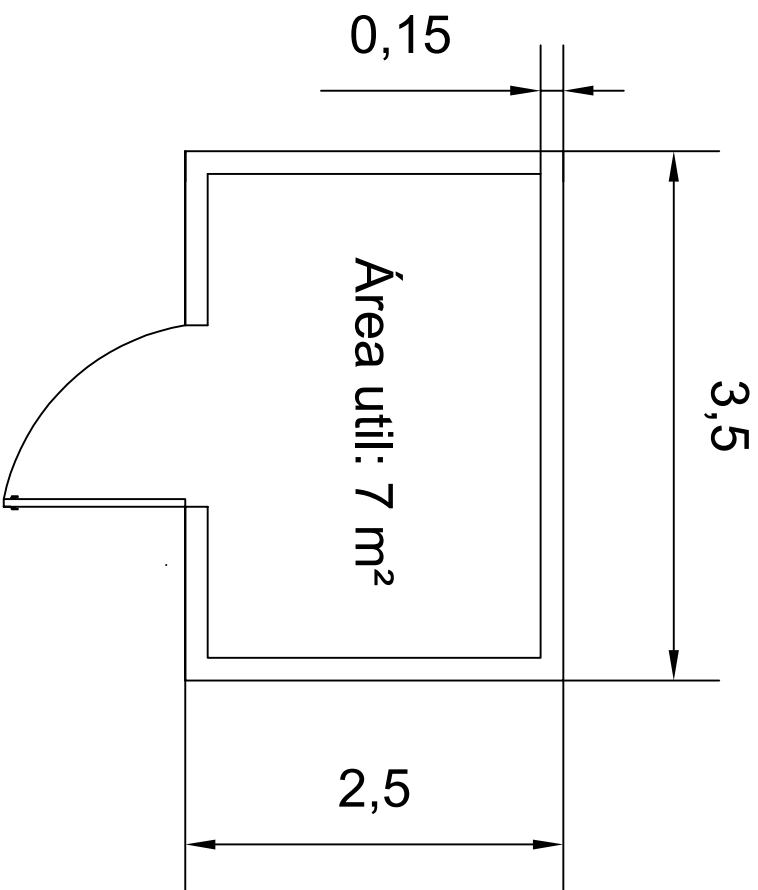
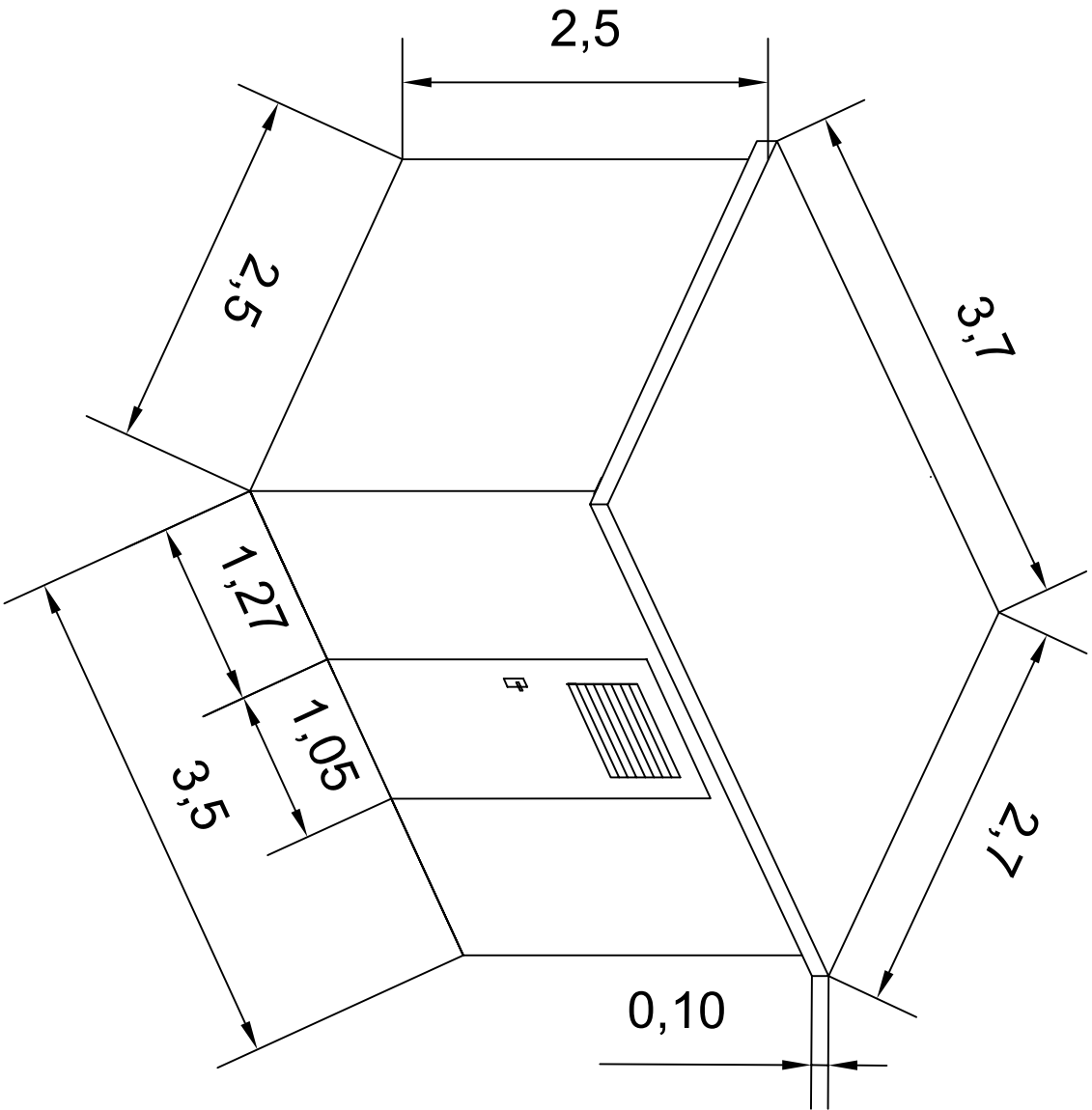


TIERRA PROCEDENTE DE LA PROPIA EXCAVACIÓN

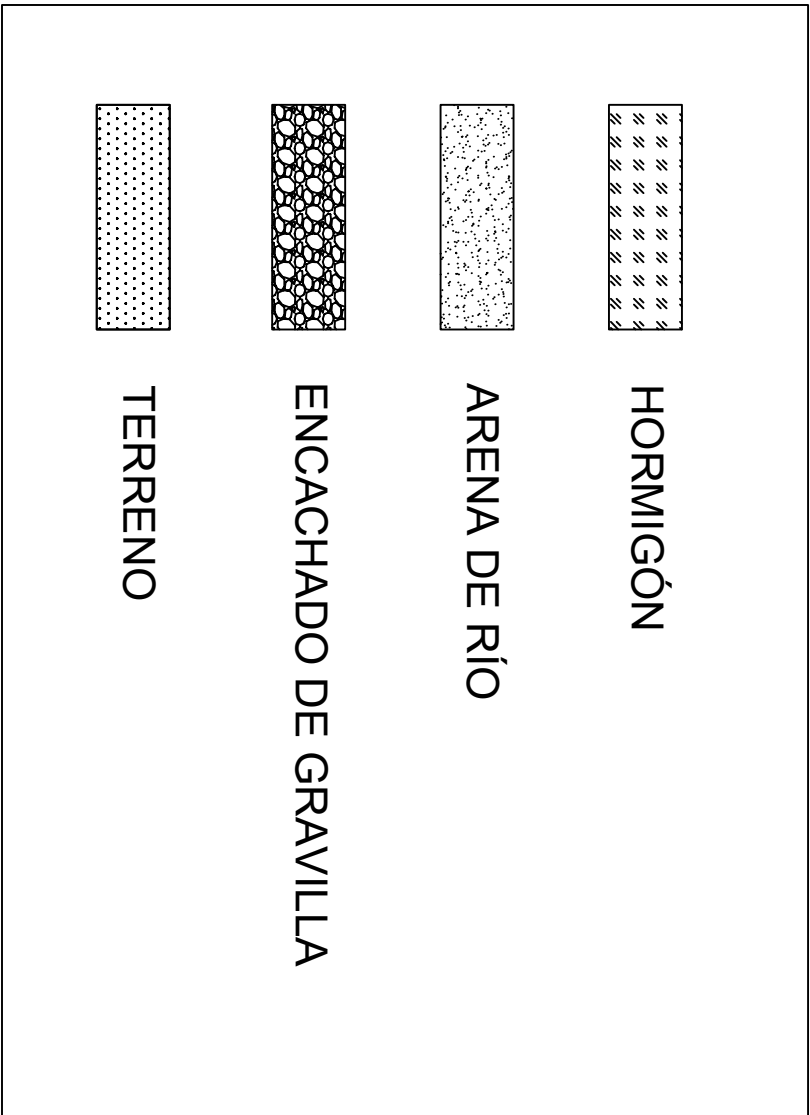
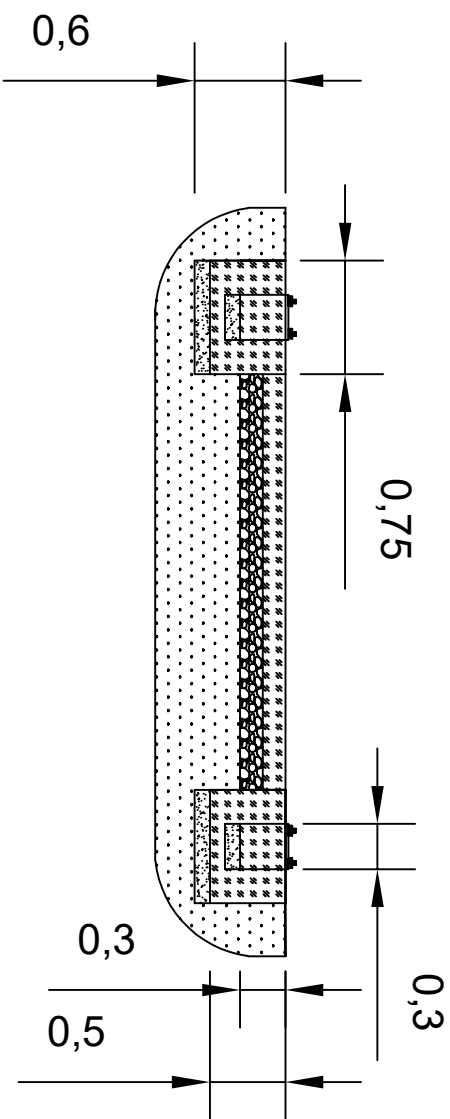
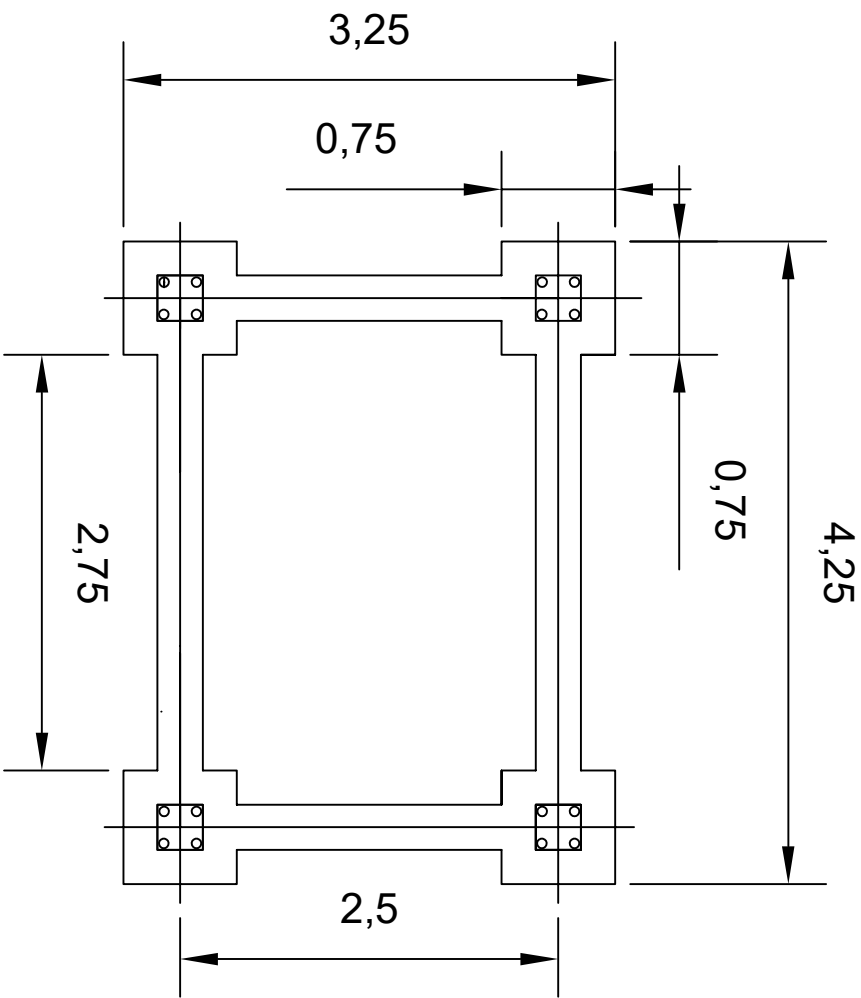
ARENA DE RÍO PARA FONDO DE ZANJA

TAPA PARA ARQUETA DE RIEGO

<div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div>			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO:	REVISIÓN:
Autor:		1617_501890_TR_P_0911	AA
Cabello Urquía, Javier		Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)	
Firmado:		PLANO DE:	
		Detalles constructivos de la red de riego	
EDITADO (1ª vez):		ESCALA/S:	PLANO:
29/05/2017			
EDITADO (vista actual):		1:20	09/11
29/05/2017			



<div><div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div>			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO: 1617_501890_TR_P_1011		REVISIÓN: AA
Autor: Cabello Urquía, Javier	Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalebreras (Soria)		
Firmado:	PLANO DE:		
	Dimensiones y características de la caseta de riego		
	EDITADO (1ª vez): 29/05/2017	ESCALA/S:	PLANO:
	EDITADO (vista actual): 29/05/2017	1 : 50	10 / 11



<div><div><div><div>upna</div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Unibertsitate Publikoa</div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Trabajo Fin de Grado</div><div>Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural</div></div></div>		
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PLANO: 1617_501890_TR_P_1111	REVISIÓN: AA
Autor: Cabello Urquía, Javier	Proyecto de plantación trufera en una parcela de 4,32 hectáreas situada en Matalabrerías (Soria)	
PLANO DE: Cimentación de la caseta de riego		
Firmado:	EDITADO (1ª vez): 29/05/2017	ESCALA/S: 1:50
	EDITADO (vista actual): 29/05/2017	PLANO: 11/11

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**
.....

DOCUMENTO Nº5: PLIEGO DE CONDICIONES

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice de contenidos del Documento Pliego de Condiciones

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES.....	5
Artículo 1.- Obras objeto del presente pliego.....	5
Artículo 2.- Obras accesorias no especificadas en el pliego.	5
Artículo 3.- Documentos que definen las obras.	5
Artículo 4.- Compatibilidad y relación entre los documentos.....	6
Artículo 5.- Director de la Obra.	6
Artículo 6.- Disposiciones a tener en cuenta.	6
CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	6
EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN	6
Artículo 7.- Replanteo.	7
Artículo 8.- Cimentaciones.	7
Artículo 9.- Movimientos de tierras.	7
Artículo 10.- Hormigones.	7
Artículo 11.- Mortero.	8
Artículo 12.- Suelos y pavimentos	9
Artículo 13.- Acero laminado.....	10
Artículo 14.- Cubiertas y coberturas.	10
Artículo 15.- Albañilería	11
Artículo 16.- Enlucidos.	11
Artículo 17.- Carpintería y cerrajería.	12
Artículo 18.- Pinturas.	12
Artículo 19.- Saneamientos.	13
Artículo 20.- Instalación eléctrica.	13
Artículo 21.- Instalaciones de protección.....	14
Artículo 22.- Obras o instalaciones no especificadas.....	14
Artículo 23.- Condiciones generales a cumplir por los materiales.....	14
EPÍGRAFE II: ASPECTOS DEL CULTIVO.....	17
APARTADO I: MATERIAL VEGETAL.....	17
Artículo 24.- Características generales de las plantas.	17
Artículo 25.- Procedencia de las plantas	17
Artículo 26.- Obligaciones del proveedor del material vegetal.....	18
Artículo 27.- Motivos de rechazo del material vegetal	18
Artículo 28.- Características específicas de las plantas.....	19
Artículo 29.- Envasado.....	19
Artículo 30.- Transporte y recepción de plantas.	20

APARTADO II: FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES.....	20
Artículo 31.- Normativa.....	20
Artículo 32.- Envasado.....	21
Artículo 33.- Fertilizantes minerales.....	21
Artículo 34.- Enmiendas orgánicas.....	21
Artículo 35.- Realización del tratamiento.....	21
APARTADO III: OPERACIONES DEL CULTIVO.....	21
Artículo 36.- Labores preparatorias.....	21
Artículo 37.- Precauciones previas a la plantación.....	22
Artículo 38.- Replanteo.....	22
Artículo 39.- Época de plantación.....	22
Artículo 40.- Plantación.....	22
Artículo 41.- Reposición de marras.....	22
Artículo 42.- Tareas de poda.....	23
Artículo 43.- Agua de riego.....	23
Artículo 44.- Sistema de riego.....	23
Artículo 45.- Recolección.....	23
APARTADO IV: MAQUINARIA.....	23
Artículo 46.- Características generales.....	24
Artículo 47.- Labores de mantenimiento.....	24
Artículo 48.- Utilización de la maquinaria.....	24
Artículo 49.- Medidas de seguridad.....	24
Artículo 50.- Maquinaria auxiliar.....	24
APARTADO IV: OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN.....	25
Artículo 51.- Obligaciones del tractorista.....	25
Artículo 52.- Seguridad de los operarios de la explotación.....	25
Artículo 53.- Variación del montante salarial.....	25
APARTADO V: EL ENCARGADO AGRÍCOLA.....	25
Artículo 54.- Competencias del encargado.....	25
Artículo 55.- Función del encargado.....	25
Artículo 56.- Obligaciones del encargado.....	25
Artículo 57.- Instrucciones del encargado.....	26
APARTADO VI: MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES.....	26
Artículo 58.- Mediciones.....	26
Artículo 59.- Valoración.....	26
Artículo 60.- Abono.....	26
EPÍGRAFE III: INSTALACIÓN DEL RIEGO.....	26

Artículo 61.- Tuberías de PVC.....	26
Artículo 62.- Tuberías de PE.....	27
Artículo 63.- Acoples y juntas.....	27
Artículo 64.- Instalación de tuberías.	27
Artículo 65.- Cabezal de riego.	28
Artículo 66.- Elementos de microaspersión.	28
Artículo 67.- Puesta a punto de la instalación.	28
Artículo 68.- Uniformidad de riego.....	28
Artículo 69.- Comprobación de la instalación.....	28
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.	28
EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.	28
Artículo 70.- Remisión de solicitud de ofertas.....	28
Artículo 71.- Residencia del Contratista.	29
Artículo 72.- Reclamaciones contra las órdenes de dirección.....	29
Artículo 73.- Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.	29
Artículo 74.- Copia de los documentos.	29
EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.	30
Artículo 75.- Libro de Órdenes.	30
Artículo 76.- Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.	30
Artículo 77.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos.	30
Artículo 78.- Trabajos defectuosos.	30
Artículo 79.- Obras y vicios ocultos.....	31
Artículo 80.- Materiales no utilizables o defectuosos.	31
Artículo 81.- Medios Auxiliares.....	31
EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.	32
Artículo 82.- Recepciones provisionales.....	32
Artículo 83.- Plazo de garantía.....	32
Artículo 84.- Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.	32
Artículo 85.- Recepción definitiva.	33
Artículo 86.- Liquidación final.....	33
Artículo 87.- Liquidación en caso de rescisión.	33
EPÍGRAFE IV FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	34
Artículo 88.- Facultades de la Dirección de Obras.	34
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.	34
EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.....	34
Artículo 89.- Base fundamental.....	34
EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....	34

Artículo 90.- Garantías.....	34
Artículo 91.- Fianzas.....	34
Artículo 92.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	35
Artículo 93.- Devolución de la fianza.....	35
EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.....	35
Artículo 94.- Precios contradictorios.....	35
Artículo 95.- Reclamaciones de aumento de precios.....	36
Artículo 96.- Revisión de precios.....	36
Artículo 97.- Elementos comprendidos en el Presupuesto.....	37
EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	37
Artículo 98.- Valoración de la obra.....	37
Artículo 99.- Mediciones parciales y finales.....	37
Artículo 100.- Equivocaciones en el presupuesto.....	38
Artículo 101.- Valoraciones de obras incompletas.....	38
Artículo 102.- Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....	38
Artículo 103.- Pagos.....	38
Artículo 104.- Suspensión por retraso de pagos.....	38
Artículo 105.- Indemnización por retrasos en los trabajos.....	38
Artículo 106.- Indemnización por daños de causa mayor del contratista.....	39
EPÍGRAFE V: VARIOS.....	39
Artículo 107.- Mejoras de obras.....	39
Artículo 108.- Seguro de los trabajos.....	39
CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	40
Artículo 109.- Jurisdicción.....	40
Artículo 110.- Accidentes de trabajo y daños a terceros.....	41
Artículo 111.- Pagos de arbitrios.....	41
Artículo 112.- Causas de rescisión de contrato.....	41

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES.

Artículo 1.- Obras objeto del presente pliego.

Se consideran sujetas a las condiciones de éste Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 2.- Obras accesorias no especificadas en el pliego.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentran descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto reciba del Ingeniero Director de la Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de la Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

Artículo 3.- Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la Justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

Artículo 4.- Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo 5.- Director de la Obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Agrícola, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quién una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Artículo 6.- Disposiciones a tener en cuenta.

- **Real Decreto Legislativo 3/2011** de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- **Real Decreto 1247/2008**, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Reglamento General de Contratación** para aplicación de dicha Ley, aprobado por **Decreto 3410/1975** de 25 de Noviembre y actualizado conforme al **Real Decreto 2528/1986** de 28 de Noviembre.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.T.
- Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión y normas MIBT complementarias.
- Órdenes del Ministerio de Agricultura sobre productos fertilizantes y afines.
- Normas de las empresas suministradoras de agua y electricidad.
- Disposiciones emitidas por los entes autonómicos.
- Disposiciones y normas estatales y provinciales sobre legislación medioambiental.
- Normas Urbanísticas Regionales de Castilla y León.

CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.**EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN**

Artículo 7.- Replanteo.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

Artículo 8.- Cimentaciones.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Su construcción se efectuará siguiendo las especificaciones de las Normas Tecnológicas de la Edificación CSC, CSL y CSZ.

Artículo 9.- Movimientos de tierras.

Conjunto de desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptarán las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas: NTE-AD, NTE-ADE, NTE-ADV, NTE-ADZ.

Artículo 10.- Hormigones.

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los medios presentes de puesta en obra compactación, rellene perfectamente los encofrados sin que aparezcan coqueras. Todo esto se valorará determinando la consistencia de los hormigones empleados mediante el procedimiento descrito en el método de ensayo UNE-7130.

Los defectos, grietas, deformaciones, roturas, etc., no admisibles a juicio del director de obra que presenten las obras de fábrica serán motivo más que suficiente para ordenar su demolición con la consiguiente reconstrucción, sin derecho de indemnización por parte del contratista.

Los moldes y encofrados serán suficientemente impermeables para que no tengan lugar los escapes por las juntas y lo bastante resistentes para que no se produzcan flexiones o deformaciones. El sistema de moldeo y encofrado merecerá la expresa aprobación del ingeniero director de obra.

Las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa, armado o presentado, fabricados en obras o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la instrucción EHE-08: "Instrucción de Hormigón Estructural". Asimismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH "Estructuras de hormigón". Las características mecánicas de los materiales, dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en el presente proyecto.

Los hormigones se ajustarán a las especificaciones contenidas en la Documentación Técnica, cuidando la dosificación y midiendo la consistencia en fresco, estando prohibido el uso de aditivos, salvo autorización escrita de la Dirección Facultativa.

El cemento se medirá preferentemente, si se dispone de medios para ello, en peso; en todo caso se procurará la máxima exactitud. Los áridos se medirán en volumen, cuidando que los recipientes para las mediciones estén siempre llenos y enrasados.

El vertido de los materiales para el amasado se hace en el siguiente orden: mitad del agua, cemento y arena, grava y el resto de agua. El amasado se hará siempre en hormigonera y el periodo de batido será suficiente para conseguir la mezcla homogénea de los componentes.

Si el hormigón es servido por central, cumplirá todas las especificaciones anteriores y se prohibirá agregar agua al hormigón en el recipiente de transporte o durante su manipulación.

Artículo 11.- Mortero.

- a) Mortero de cal grasa: El mortero común se fabricará apagando la cal por el método ordinario, y una vez obtenida la pasta, se mezclará con la arena, en la proporción de dos a tres partes de arena (en volumen siempre) por una de cal. Agregando el agua necesaria, se batirá perfectamente, graduándose su consistencia, según la clase de fábrica en que se haya de aplicar.

Las arenas empleadas serán de grano grueso, a ser posible de miga o silíceas.

La proporción de cal y arena podrá ser alterada si así lo requiere la naturaleza de los materiales.

- b) Mortero de cal hidráulica: El mortero de cal hidráulica se obtendrá por la mezcla de una parte de cal con 1,70 de arena fina, silícea o calcárea (en ningún caso arcillosa), no estimándose como absoluta esta relación, que es susceptible de modificarse, según lo determine la naturaleza de los materiales. El amasado se hará en el momento de su empleo, graduándose su consistencia según demanden las condiciones de la obra.

La resistencia del mortero normal de cal hidráulica no deberá ser, inferior a las siguientes cantidades:

- En probetas conservadas en el aire: Resistencia atracción A los 7 días, 1,5 kilos por cm². A los 28 días, 4 kilos por cm².
- En probetas sumergidas en agua alas 24 horas: Resistencia atracción A los 7 días, 2 kilos por cm². A los 28 días, 5 kilos por cm². Resistencia a compresión

La mezcla se hará a máquina, o a mano, en seco y sobre un peso de tablas, agregando después el agua necesaria para el mezclado, de modo que el mortero tenga la consistencia conveniente. Las proporciones indicadas se consignan como reguladores. Pudiendo modificarse, dentro de los límites prudentes, según lo exija la naturaleza de los materiales.

Los morteros de cemento se emplearán dentro del plazo de diez minutos que sigue a su preparación.

Las cales hidráulicas y los cementos deberán estar en el momento de su empleo en estado de polvo.

El amasado del mortero se hará de tal suerte que resulte una pasta homogénea y sin palomillas.

Artículo 12.- Suelos y pavimentos

Los pavimentos se ejecutarán de modo que resulten sus superficies planas y horizontales con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones y sin presentar cejas, torceduras, ni diferencias de tonalidad.

No se permitirá el tránsito por los solados de baldosín hasta transcurridos cuatro días como mínimo de su colocación.

Se prohíbe sin las debidas precauciones sobre los solados ejecutados, ajustar materiales, colocar andamios, ejecutar morteros, etc., así como todo tipo de operaciones que contribuyan al deterioro o suciedad de los mismos. El contratista viene obligado a presentar los solados limpios de toda mancha, que como salpicaduras de revestimiento o pinturas, provengan de operaciones propias de las obras.

Artículo 13.- Acero laminado.

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en los elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.
- NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de características y los productos laminados actualmente utilizados.
- NBE-MV-105: "Roblones de acero".
- NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".
- NTE-EA: "Estructuras de acero".

Artículo 14.- Cubiertas y coberturas.

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o poli metacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad. Asimismo se regulan las azoteas y los lucernarios.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".
- NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados".
- NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras".
- NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra".

- NTE-QTS: "Cubiertas. Tejidos sintéticos".
- NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas".
- NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de Zinc".
- NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas".
- NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables".
- NTE-QAT: "Azoteas transitables".
- NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas."
- NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido".
- NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por **R.D. 2085/86** de 12 de Septiembre).

Artículo 15.- Albañilería

Se refiere el presente artículo a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras, y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFB: "Fachadas de bloques".
- NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".
- NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".
- NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".
- NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".
- NTE-RPA: "Revestimiento de paramentos. Alicatados".
- NTE-RPE: "Revestimiento de paramentos. Enfoscado."
- NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos".
- NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pintura".
- NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos".
- NTE-RSC: "Revestimiento de suelos continuos".
- NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles".
- NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos".
- NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras".
- NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos".
- NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas".
- NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos".
- NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo".
- NTE-PTP: "Tabiques prefabricados".

Artículo 16.- Enlucidos.

El trabajo a que se refiere este artículo comprende el suministro de toda la instalación, mano de obra, equipo, elementos auxiliares y materiales y la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el trabajo enlucido de los muros interiores y exteriores y

techos, en los lugares indicados en los planos, de estricto acuerdo con el presente Pliegos de Condiciones y planos correspondientes y sujeto a las cláusulas y estipulaciones del contrato.

Se tenderán los enlucidos de los distintos tipos, número de capas, espesor y mezclas en los lugares indicados en los planos o especificados en el presente Pliego. Cuando el Ingeniero ordene reducir la absorción de los muros de fábrica, la superficie se humedecerá por igual antes de la aplicación del enlucido, que se aplicará directamente a las superficies y muros interiores y exteriores.

Cuando el enlucido termine junto a huellas y contrahuellas de peldaños, se llegará a la unión de los dos materiales para indicar claramente la separación de los mismos. El enlucido no se tenderá hasta que los cercos de ventanas y puertas estén recibidos en fábrica.

Todo lo establecido cumple con las especificaciones técnicas de la sección correspondiente de la NTE.

Artículo 17.- Carpintería y cerrajería.

Se refiere al presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

- NTE-PPA: "Puertas de acero".
- NTE-PPM: "Puertas de madera".
- NTE-PPV: "Puertas de vidrio".
- NTE-PMA: "Mamparas de madera".
- NTE-PML: "Mamparas de aleaciones ligeras".

Artículo 18.- Pinturas.

El trabajo comprendido en este artículo, consiste en suministrar toda la instalación, mano de obra, equipo, materiales y elementos auxiliares, y en ejecutar todas las operaciones relacionadas con la pintura, según se exija en los cuadros de acabado de pinturas, y en el acabado de todas las superficies exteriores del edificio, incluyendo la pintura protectora de las superficies metálicas, todo ello completo, de estricto acuerdo en esta Sección de Condiciones y sujeto a las cláusulas y estipulaciones del contrato.

Se adoptará lo establecido en las normas NTE correspondientes.

Artículo 19.- Saneamientos.

El trabajo a que se refiere este artículo incluye el suministro de toda la instalación, mano de obra, equipo, materiales y accesorios, excepto aquellas partidas que deban ser suministradas por otros, así como la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la construcción de redes de saneamiento de aguas residuales, hasta los puntos de conexión con los desagües del edificio, fuera del mismo: tuberías principales de agua y su conexión a los servicios del edificio y estructuras; con excavación, zanjado y relleno para los distintos servicios.

Todo ello en estricto acuerdo con la presente Sección del Pliego de Condiciones y sujeto a los términos y condiciones del Contrato, así como la obtención de licencias y cumplimientos de cuantos requisitos exijan las disposiciones oficiales para las acometidas.

Se adoptará lo establecido en las normas NTE correspondientes.

Artículo 20.- Instalación eléctrica.

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.

Asimismo, se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

- NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión".
- NTE-IEE: "Alumbrado exterior". NTE-IEI: "Alumbrado interior".
- NTE-IEP: "Puesta a tierra".
- NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.

Todos los conductores serán de cobre comercial puro, si la sección en algún punto, resulta en un 3% menor que la normal, el conductor no será aceptado.

Todos los materiales procederán directamente de fábrica, desechándose los que acusen deterioro por mal trato, picaduras u otros defectos de su envoltura exterior.

Los aparatos se suministrarán completos, no tendrán defecto alguno, sus diferentes partes estarán bien sujetas y todo el aparato estará garantizado por una casa acreditada.

Los conductores eléctricos se introducirán con cuidado en la tubería para evitar dañar su aislamiento.

No se permitirá que los conductores tengan empalmes, en caso de tener que hacerlos, se harán en las cajas de derivación y siempre por medio de conectores.

El color de la envoltura de los conductores activos, se diferenciará de la de los conductores neutro y tierra.

La medición se hará por punto de luz o enchufes para cada unidad de éstos, en los que se incluyen los mecanismos y parte proporcional de la tubería. Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-91 sobre condiciones de protección

Asimismo, se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas anteriores.

Artículo 21.- Instalaciones de protección.

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CIP-91 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

Artículo 22.- Obras o instalaciones no especificadas.

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

Artículo 23.- Condiciones generales a cumplir por los materiales

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director.

ARIDOS

La arena que se emplee en la construcción será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuera necesario se tamizará y lavará convenientemente en agua limpia.

Las gravas que se serán producidas por machaqueo y cumplirán las siguientes condiciones:

- No serán descomponibles por agentes atmosféricos.

- No contendrán sustancias que perjudiquen al hormigón o alteren el fraguado, tales como arcillas, limos, carbones, productos afrutados, materia orgánica, etc.
- Horizontal entre barras, admitiéndose a lo sumo el 10% de los elementos más gruesos de esta separación.
- El tamaño máximo del árido no superará en ningún caso a la 1/4 parte de la mínima dimensión del elemento a ejecutar, ni superior a los 5/6 de la distancia.
- Tendrán resistencia no inferior a la exigida al hormigón.

MORTERO

El fraguado de los morteros de cemento no debe comenzar antes de una hora, ni terminar antes de cuatro ni después de doce.

La estabilidad del volumen debe ser completa.

La resistencia del mortero normal a compresión a los 28 días será de 200 Kg/m² como mínimo.

AGUA

El agua empleada en la confederación de los morteros será potable, no admitiéndose aguas salitrosas, no magnésicas, así como todas aquellas que contengan sustancias perjudiciales para la resistencia y conservación en buen estado de los morteros y hormigones.

La cantidad de agua que ha de emplearse para el batido de los morteros y hormigones ha de ser estrictamente la precisa para efectuar esta operación.

CEMENTO

Cementos naturales: Deberán ser el resultado de la molienda de rocas calizas-arcillosas después de calcinadas, sin agregar ninguna sustancia extraña.

Cementos artificiales: Serán de marcas acreditadas y sometiendo los productos a los análisis químico-mecánicos y de fraguado, darán los resultados exigidos para esta clase de materiales.

Ambos cementos irán envasados y se almacenarán convenientemente, a fin de que no pierdan las condiciones de bondad necesarias para ser aplicadas en la construcción. El cemento deberá estar en el momento de su empleo en estado pulverizado y perfectamente seco.

ENCOFRADOS

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o mixtos, pero siempre deberán ofrecer la rigidez suficiente para soportar sin deformación apreciable los esfuerzos debidos a la puesta en obra del hormigón necesario para la ejecución de la obra, así como su posterior vibrado. Estos encofrados deberán estar fuertemente anclados al subsuelo para evitar que por su cesión se puedan formar grietas en los bordes o en las proximidades de las juntas longitudinales o transversales.

El vibrado del mismo, se realizará bien con regla vibrante o con vibradores internos de forma que se consiga la máxima compacidad de las mezclas.

HORMIGONADO CON TEMPERATURAS EXTREMAS

Durante los días de heladas no se permitirá trabajar en función alguna en que se emplee mortero de cualquier clase que sea. Cuando pudiera sospecharse que durante la noche la temperatura había de descender por debajo del cero de los termómetros centígrados, se abrigarán cuidadosamente fábricas con esteras, pajas y otros medios que sean aprobados por el Ingeniero Director. Se demolerá toda obra en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas

Para el caso de grandes calores, el Ingeniero Director está facultado para suspender la ejecución de las obras si lo estima necesario.

El hormigonado se continuará una vez que se haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no ha sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada

CURADO DEL HORMIGON

Una vez terminado el hormigonado, y durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, se mantendrá éste con humedad constante de diez (10) a quince (15) días, dependiendo de la época del año.

El curado podrá realizarse manteniendo húmeda la superficie del pavimento, mediante riego directo que no produzca deslavado del hormigón o a través de materiales que retengan la humedad y no contengan sustancias nocivas, para el hormigón. Estas materias pueden ser sacos, arena, plásticos, etc.

MATERIALES METALICOS

Los materiales metálicos serán de la mejor calidad o clase, sin deformaciones, roturas ni otros defectos.

No se permitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las armaduras.

En las piezas compuestas para uniones de otras, la longitud, forma y situación de los cubrejuntas y el nº y diámetro de los tornillos se ajustarán a las instrucciones que previamente dicte el Ingeniero Director.

Todos los materiales serán de buena calidad, exentos de deformaciones y roturas, estarán bien trabajados, presentando buen ajuste en todos los empalmes y juntas.

OTROS MATERIALES

Los demás materiales que entren en las obras, para los que no se detallan condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarlos en la obra serán reconocidos por el Ingeniero Director, quedando en su mano la facultad de desecharlos.

EPÍGRAFE II: ASPECTOS DEL CULTIVO.

APARTADO I: MATERIAL VEGETAL.

Artículo 24.- Características generales de las plantas.

Todas las plantas que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en el presente Pliego y deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director de Obras.

Las plantas para el cultivo principal pertenecerán a la especie y la variedad señaladas en la Memoria, y portarán el hongo *Tuber melanosporum* mediante inoculación y reunirán las condiciones de tamaño y desarrollo pactadas con el Director del Proyecto. Se asegurará un buen estado sanitario de las mismas.

Las plantas para el cultivo intercalar pertenecerán a la especie y la variedad señaladas en la Memoria o en el Anejo correspondiente, y reunirán las condiciones de tamaño y desarrollo pactadas con el Director del Proyecto. Se asegurará un buen estado sanitario de las mismas.

Artículo 25.- Procedencia de las plantas

Las plantas procederán de viveros inscritos en el Registro oficial correspondiente, con un potencial productor capaz de alcanzar la cantidad de planta de calidad requerida por el Director del Proyecto.

Los pasaportes fitosanitarios deben ser expedidos por los órganos competentes.

El Promotor no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre en el lugar de procedencia elegido la planta adecuada en cantidades suficientes para la repoblación proyectada, en el momento de su ejecución.

La procedencia indicada sirve para definir la distancia de transporte de la planta y para fijar los excesos de transporte de la misma, en los casos en que el Promotor autorice al Contratista a utilizar materiales de otra procedencia, con mayor distancia de transporte y le reconozca el derecho a la percepción de dichos excesos.

Artículo 26.- Obligaciones del proveedor del material vegetal

Como suministrador del material vegetal, el proveedor está obligado a:

- Reponer todas las marras producidas por causas que le sean imputables.
- Asegurar que las plantas están desprovistas de virus.
- Sustituir todas las plantas que a la terminación del plazo de garantía, no reúnan las condiciones exigidas en el momento del suministro.
- Suministrar el pasaporte fitosanitario junto con el material vegetal.
- Asegurar que están tratadas con productos fitosanitarios de manera que se tengan las máximas garantías sanitarias.
- Garantizar que las variedades suministradas se corresponden con las contratadas.

Artículo 27.- Motivos de rechazo del material vegetal

Antes del uso de la planta, el Contratista deberá presentar muestras aleatorias al Ingeniero Director para la admisión o el rechazo de la misma.

Son motivo de rechazo las siguientes situaciones:

- Que las plántulas presenten o sean portadoras de plagas y o enfermedades.
- Que presenten crecimiento desproporcionado, por haber sido sometidos a tratamientos especiales.
- Que durante el transporte hayan sufrido daños que les afecten gravemente.
- Que no vengán protegidos con el embalaje oportuno.
- Que sufran daños excesivos y no recuperables a causa de las bajas temperaturas.

La aceptación de una planta en cualquier momento, no será obstáculo para que sea rechazada en el futuro, si se encontrarán defectos en su uniformidad.

Si el Contratista acopiara plantas que no cumpliesen las condiciones de este pliego, el Ingeniero Director dará las órdenes para que sin peligro de confusión, sean separadas de las que cumplen y sustituidas por otras adecuadas.

Únicamente, si el material vegetal recibido es plenamente conforme y no presenta problemas, se deberá aceptar el envío. Si hubiese anomalías graves, el envío se rechazaría totalmente o se levantaría un acta notarial inmediatamente, remitiendo al vivero de origen la oportuna reclamación.

La utilización de la planta, no libera al Contratista, en ningún caso, de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en el Pliego y que habrán de comprobarse siempre mediante ensayos correspondientes

Artículo 28.- Características específicas de las plantas.

Las plantas micorrizadas deberán cumplir con los requisitos de altura y grosor mínimos, indicados en milímetros, que sean solicitados por el Director del Proyecto.

La ramificación del sistema radical deberá ser equilibrada, sin tendencias de crecimiento lateral, y con abundante cantidad de raíces capilares de expansión para asegurar la rápida colonización del terreno. El porcentaje mínimo de micorrización de raíces exigido será de un 30%. Además del equilibrio radical, la proporción que este sistema mantiene con la parte aérea, expresado como un cociente, no debe superar el valor de 1,8 en ninguno de los casos.

La planta debe tener una buena ramificación de la parte aérea con el fin de que cumpla las dimensiones exigibles de diámetro. Esta ramificación asegurará una correcta etapa de formación posterior. La altura exigida por la planta girará en torno a los 30 cm mientras que el grosor será de 6-7 mm. Se suministrará en envases de 400cc.

La edad de la planta está determinada por el número de savias o por el tiempo que permanece en el vivero hasta su plantación. Es un factor expresado en años o en número de periodos vegetativos. Para este proyecto se admitirán plantas de entre una y dos savias, la decisión será tomada por el Director del proyecto.

Respecto al cultivo intercalar, la planta deberá cumplir con los requisitos de altura y grosor mínimos, indicados en milímetros, que sean solicitados por el Director del Proyecto.

La ramificación del sistema radical deberá ser equilibrada, sin tendencias de crecimiento lateral, y con abundante cantidad de raíces capilares de expansión para asegurar la rápida colonización del terreno.

La altura exigida por la planta girará en torno a los 20 cm.

Artículo 29.- Envasado.

El envase en el que se presenta la planta debe estar compuesto por un material que permita el correcto desarrollo de la planta, invadiéndolo completamente con el sistema radical.

El material debe poseer una buena resistencia para evitar el daño de la planta por golpes durante el transporte.

El envase debe permitir la extracción rápida y sencilla de la planta, con el fin de evitar roces que desencadenaran una fisura del sistema radical y evitar que el cepellón permanezca un tiempo importante expuesto al sol y a la desecación.

La geometría de los envases deberá ser tal que asegure el apilamiento de los mismos, reduciendo la ocupación de espacio en el momento de la plantación y facilitando su transporte.

En el caso de que se incumplan las características anteriormente expuestas la empresa Contratista estará obligada a reponer todas las plantas rechazadas, por otras en perfectas condiciones, corriendo de su cuenta todos los gastos.

Artículo 30.- Transporte y recepción de plantas.

Las plantas serán preparadas para su transporte de acuerdo a las exigencias propias de la especie, así como de su edad y del sistema elegido para el transporte. En todo momento la planta irá bien asegurada, y manteniendo una cierta distancia entre ellas para evitar daños.

El transporte de las plantas de encina micorrizadas de *Tuber melanosporum* Vitt y de espliego debe ser directo, sin cargas ni descargas intermedias, lo más rápido posible. No se debe transportar la planta excesivamente húmeda.

La zona de transporte del vehículo deberá estar cerrada, para evitar daños a las plantas por bajas temperaturas o desecaciones.

La recepción de los pies debe tenerse preparada y tiene que realizarse con la máxima atención. La descarga se realizará de forma rápida y cuidadosa a la vez y con los medios necesarios, aprovechando este momento para revisar cuidadosamente el envío comprobando el número, clase y estado de las plantas recibidas. Se debe hacer, al mismo tiempo, una comprobación del etiquetado e identificación de los lotes y la coincidencia de lo recibido con el pedido original.

Si tras la evaluación de las plantas recibidas, el Director de Obra considerase que existen ejemplares que han sufrido durante el transporte, se podrá proceder a su devolución sin ningún cargo. La empresa responsable del transporte tendrá la obligación de remplazar estas plantas sin coste alguno.

APARTADO II: FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES.

Artículo 31.- Normativa.

Todos los fitosanitarios y fertilizantes que se utilicen deberán estar debidamente autorizados por los Organismos competentes.

Artículo 32.- Envasado.

Los productos fitosanitarios estarán debidamente envasados, etiquetados y precintados según el modelo oficial. Los envases reunirán las condiciones precisas para la adecuada conservación de la calidad del producto.

En las etiquetas de los envases deberá figurar con claridad la clase de producto con su denominación, peligrosidad, riqueza, peso neto y el resto de características que lo definen, según las normas legales correspondientes.

Artículo 33.- Fertilizantes minerales

Deberán ajustarse en toda la legislación vigente y a otras que pudieran dictarse posteriormente.

Su aportación se hará según proyecto o previa autorización escrita de la Dirección de Obra.

Artículo 34.- Enmiendas orgánicas.

En caso de necesidad de enmienda orgánica, se evitará el empleo de estiércoles muy frescos y otros compuestos con baja tasa de humificación, debido a la gran posibilidad de que existan en ellos grupos de micoflora que ponga en peligro el desarrollo del cultivo principal.

La utilización de abonos distintos a los que aquí se reseñan podrá hacerse previa autorización de la Dirección de Obra.

Artículo 35.- Realización del tratamiento.

Se limitada su utilización a personal con la debida experiencia y autorización.

La mezcla o distribución de productos se hará bajo las recomendaciones técnicas concernientes.

Los productos empleados serán los indicados en el anejo correspondiente, quedando al criterio del director de la explotación y bajo su responsabilidad, la utilización de otros productos.

APARTADO III: OPERACIONES DEL CULTIVO.**Artículo 36.- Labores preparatorias.**

Las labores previas a la plantación que tengan como objeto las adecuaciones del suelo se realizarán conforme a lo que refleja el Anejo correspondiente.

Artículo 37.- Precauciones previas a la plantación.

Cuando la plantación no pueda efectuarse después de recibir las plantas se procederá a su depósito o remojo.

Artículo 38.- Replanteo

El replanteo se realizará de la manera y con los utensilios especificados en la Memoria y en el Anejo correspondiente.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra, una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

La Dirección Técnica será la encargada de introducir las variaciones necesarias si así lo estima oportuno.

Artículo 39.- Época de plantación

La plantación se realizará en la época indicada en la Memoria. Si en el momento de realizar la plantación se produjeran heladas, ésta deberá aplazarse hasta que desaparezcan, procediendo además con las medidas oportunas para evitar daños en las plantas.

Artículo 40.- Plantación

En la plantación se seguirá la Legislación vigente, por la cual se prohíbe realizar la misma a menos de 3 metros del límite de una propiedad.

La apertura de hoyos, profundidad de plantación, marco de plantación, colocación de las plantas y demás operaciones propias de la plantación, vienen expresadas en la Memoria y Anejos correspondientes, siendo atribución de la Dirección Técnica cualquier cambio de los mismos siempre que ésta lo considerase adecuado.

Artículo 41.- Reposición de marras

Las marras existentes deben ser repuestas con plantas idénticas a las que se utilizan en la plantación.

Artículo 42.- Tareas de poda

La poda se realizará siempre cuando el árbol se encuentre dentro del periodo de parada vegetativa, ejecutándose de la forma expresada en la Memoria y en los Anejos correspondientes, siendo competencia y responsabilidad de la Dirección Técnica cualquier cambio que se realice.

Los restos de poda se acumularán en lugares que no interrumpan el desplazamiento de la maquinaria hasta su futura utilización.

Artículo 43.- Agua de riego

Para el riego se utilizará agua procedente del pozo existente en la explotación. En caso de intuirse algún tipo de contaminación nociva para los cultivos en el agua, se procederá a su análisis en el menor tiempo posible y no se hará uso de la misma hasta que se sepan los resultados y éstos sean favorables.

Artículo 44.- Sistema de riego

Los riegos se ejecutarán de la forma que se especifica en la Memoria y Anejos correspondientes, siendo competencia de la Dirección Técnica los cambios que se estimen necesarios.

El sistema de riego se instalará siguiendo las indicaciones expuestas en la memoria y los anejos correspondientes. Del mismo modo, se tendrán en cuenta las condiciones expuestas en el epígrafe III del presente pliego. Los planos servirán de apoyo fundamental para la concepción del diseño.

Siempre que sea posible, se regará entre el atardecer y las primeras horas de la mañana, cuando hay poca diferencia de temperatura entre el agua y el aire, para evitar quemaduras en la vegetación.

Artículo 45.- Recolección

Según el *Decreto 1688/1972*, por el cual se rige la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno, se podrá ejecutar la recolección de trufas entre las fechas del 1 de diciembre y el 15 de marzo.

La recolección del espliego se realizará de acuerdo a su temporada de floración.

APARTADO IV: MAQUINARIA.

Artículo 46.- Características generales.

Las características de la maquinaria serán esencialmente las señaladas en el anejo correspondiente.

Si por circunstancias comerciales no fueran exactamente éstas, quedará autorizado el encargado de la explotación, para introducir las variaciones convenientes, siempre que éstas se ajusten lo más posible a las primeras.

Se optará por el alquiler de la maquinaria para el mantenimiento del cultivo, en detrimento de una transacción de compra.

Artículo 47.- Labores de mantenimiento.

Las piezas que lo exijan deberán mantenerse correctamente engrasadas con el fin de poseer la maquinaria en buenas condiciones de trabajo.

Durante el tiempo en el que no sea utilizada, la maquinaria, así como las partes delicadas que lo requieran, deberán ser puestas a cubierto del polvo y de la humedad.

Deberá disponerse de piezas de repuesto accesibles con el fin de arreglar las averías que se presenten.

Artículo 48.- Utilización de la maquinaria.

El número de horas de empleo de cada una de las distintas máquinas serán las que aparezcan desglosadas en el Anejo correspondiente a los elementos de trabajo, no debiéndose utilizar en número superior a las mismas, ni ser utilizadas en operaciones externas que no hayan sido convenientemente estimadas en el Proyecto sin que tengan el previo consentimiento del Ingeniero director.

Artículo 49.- Medidas de seguridad.

Todos y cada uno de los operarios que trabajen con la maquinaria lo harán con las máximas garantías de cumplimiento de la Normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante el manejo de la misma.

La maquinaria dispondrá de todos los dispositivos de seguridad necesarios para reducir al máximo el riesgo.

Artículo 50.- Maquinaria auxiliar.

Si por cualquier circunstancia fuese necesaria la modificación de la maquinaria que se expresa en el Anejo correspondiente, el director de la explotación estará facultado para la introducción de las variantes necesarias, siempre que las innovaciones estén de

acuerdo con el trabajo que deberán llevar a cabo y dentro de los límites económicos propuestos y presupuestados en el Proyecto.

APARTADO IV: OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN.

Artículo 51.- Obligaciones del tractorista.

El tractorista estará al cargo del manejo y del cuidado de la maquinaria. Igualmente, deberá dar cuenta de cuantos desperfectos e irregularidades se produzcan en la misma.

Artículo 52.- Seguridad de los operarios de la explotación.

Se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes procedentes del Ministerio de Trabajo, en materia laboral y muy especialmente las referidas a la higiene y seguridad en el trabajo.

Artículo 53.- Variación del montante salarial.

Las variaciones en los precios de los jornales deberán ser comunicadas por los empleados de la explotación con la suficiente antelación.

APARTADO V: EL ENCARGADO AGRÍCOLA.

Artículo 54.- Competencias del encargado.

El encargado de la finca queda facultado para introducir las variaciones que estime convenientes, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación

Artículo 55.- Función del encargado.

El encargado de la finca tendrá como función el vigilar al personal no técnico que trabaje en la misma, así como de darles las órdenes pertinentes con el fin de que todas las operaciones se efectúen oportunamente.

El encargado de la finca será quien contrate al personal eventual, lo organice y se ocupe de pagar los jornales.

Artículo 56.- Obligaciones del encargado.

El encargado de la finca tendrá como misión el vigilar al personal no técnico que trabaje en la misma, así como de darles las órdenes pertinentes con el fin de que todas las operaciones se efectúen oportunamente.

Es obligación del encargado de la finca llevar al día los distintos partes para la organización y control de las labores y parcelas, los pagos de jornales y recibos de materias primas empleadas en la explotación.

Artículo 57.- Instrucciones del encargado.

El encargado poseerá una copia de las labores, jornales, etc., que se insertan en el presente Proyecto, así como de las condiciones expuestas en el Pliego de Condiciones. El propietario deberá ofrecer toda la información al encargado de la explotación.

Una vez puestas en conocimiento del encargado estas condiciones y verificado el oportuno reconocimiento, se podrán elevar estas condiciones a Documento, que será firmado por el propietario y el encargado de la finca.

El encargado será responsable de las faltas cometidas por incumplimiento de las presentes condiciones.

APARTADO VI: MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES.

Artículo 58.- Mediciones.

Es misión del encargado la medición de las labores de cultivo al final de cada jornada. Anotará estas mediciones y la labor realizada en el libro correspondiente.

Artículo 59.- Valoración.

Las labores agrícolas se valorarán con arreglo a los jornales vigentes en la localidad para cada clase de obrero y tipo de trabajo.

Artículo 60.- Abono.

Los jornales serán proporcionados los sábados de cada semana por el encargado de la explotación. Las labores eventuales realizadas entre semana, serán liquidadas al día siguiente de haber sido terminadas.

EPÍGRAFE III: INSTALACIÓN DEL RIEGO.

Artículo 61.- Tuberías de PVC.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegura que la empresa constructora realiza el control necesario, de lo contrario, tuberías con irregularidades podrán ser rechazadas.

Los diámetros nominales son los expresados en el Anejo correspondiente.

Las tuberías y piezas especiales unidas a ellas tendrán un dieléctrico tal que la conducción no se verá afectada en ningún caso por corrientes parásitas o de otro tipo.

Los tubos de P.V.C. están regulados por la norma **UNE-53112**. Tanto los tubos de P.V.C. como los accesorios del mismo material deben llevar un marcado indeleble, como mínimo cada metro de longitud, indicando la designación comercial, sus siglas, el diámetro nominal, la presión nominal y la referencia a la norma correspondiente.

Artículo 62.- Tuberías de PE.

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma **UNE-53131**. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Los diámetros nominales son los expresados en el Anejo correspondiente.

Los tubos de polietileno y los accesorios del mismo material están regulados por la norma anterior, que establece que deben llevar un marcado indeleble, como mínimo cada metro de longitud, indicando: la identificación del fabricante, la referencia al material, diámetro, espesor, presión, año de fabricación y referencia a la norma.

Artículo 63.- Acoples y juntas.

Se preferirán los sistemas en que los acoplamientos sean del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas.

Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente. Como conexión fija se consideran los hidrantes.

Artículo 64.- Instalación de tuberías.

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 100 cm de profundidad. Serán montadas por personal especializado, de forma previa a la construcción de la caseta de riego, teniendo especial cuidado en colocar las conexiones tubería alimentadora laterales en coincidencia exacta con las cañas dispuestas en el marqueo.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, en ausencia de fugas, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas. Las tuberías laterales se orientarán según la línea del cultivo.

Artículo 65.- Cabezal de riego.

Se compondrá de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del proyecto.

Es necesaria una comprobación de funcionamiento de forma seguida a la instalación, firmando un acuerdo de mantenimiento en caso de avería por parte de la empresa instaladora.

Artículo 66.- Elementos de microaspersión.

Las características y requisitos a cumplir por los elementos difusores de microaspersión se hallan recogidas en el Anejo correspondiente.

Artículo 67.- Puesta a punto de la instalación.

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías, dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riegos, se procederá al limpiado de las tuberías dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías de alimentación, utilizando un producto no corrosivo para la limpieza de las mismas.

Artículo 68.- Uniformidad de riego.

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad de riego recogiendo, como mínimo, una decena de caudales de riego del mismo número de ramales representativos, siendo el valor mínimo admisible del 90 %.

Artículo 69.- Comprobación de la instalación.

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Se asegurará la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.**EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.****Artículo 70.- Remisión de solicitud de ofertas.**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas de empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en le presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto

con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

Artículo 71.- Residencia del Contratista.

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas las funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras, y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 72.- Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que le Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 73.- Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Artículo 74.- Copia de los documentos.

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

Artículo 75.- Libro de Órdenes.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figura en el Pliego de Condiciones.

Artículo 76.- Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación, previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año, el Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

Artículo 77.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

El contratista como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de Índole Técnica" del Pliego de General de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 78.- Trabajos defectuosos.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas,

ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Artículo 79.- Obras y vicios ocultos.

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo 80.- Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y la colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriban los Pliegos de Condiciones depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajustasen a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Artículo 81.- Medios Auxiliares.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o

accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc, y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.

Artículo 82.- Recepciones provisionales.

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirando el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Artículo 83.- Plazo de garantía.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 84.- Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y a todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de la obra, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. , que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

El contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo a las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 85.- Recepción definitiva.

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, quedan las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Artículo 86.- Liquidación final.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

Artículo 87.- Liquidación en caso de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

EPÍGRAFE IV FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.

Artículo 88.- Facultades de la Dirección de Obras.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.

Artículo 89.- Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.

Artículo 90.- Garantías.

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato, dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Artículo 91.- Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 92.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 93.- Devolución de la fianza.

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.**Artículo 94.- Precios contradictorios.**

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.
- La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, debe utilizarse. Si ambas son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuera posible conciliar por simple discusión de resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.
- La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a cumplir a satisfacción de éste.

Artículo 95.- Reclamaciones de aumento de precios.

Si el contratista antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 96.- Revisión de precios.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose , también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 97.- Elementos comprendidos en el Presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia y Municipio.

Por esta razón no se abonarán al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 98.- Valoración de la obra.

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Artículo 99.- Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmado por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal.

En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo 100.- Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 101.- Valoraciones de obras incompletas.

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 102.- Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo el momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar, que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 103.- Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 104.- Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso pondrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 105.- Indemnización por retrasos en los trabajos.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la

suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

Artículo 106.- Indemnización por daños de causa mayor del contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdida, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor.

Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

Las indemnizaciones se referirán exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPÍGRAFE V: VARIOS

Artículo 107.- Mejoras de obras.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las Contratadas.

Artículo 108.- Seguro de los trabajos.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los trabajos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a

medida que es se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada, la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños acusados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Artículo 109.- Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidio por el Ingeniero Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilante que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda la falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

Artículo 110.- Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 111.- Pagos de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc. cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

Artículo 112.- Causas de rescisión de contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tenga aquellos derechos a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
 - o La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40%, como mínimo de las Unidades de Proyecto modificadas.
 - o La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**

.....

DOCUMENTO Nº6: ESTADO DE MEDICIONES

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice de contenidos del Documento Estado de Mediciones

Capítulo I: Preparación del terreno	2
Capítulo II: Plantación	3
Capítulo III: Vallado	5
Capítulo IV: Instalación del sistema de riego	6
Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	9

Capítulo I: Preparación del terreno

Código	Concepto	Unidad	Medición
1.01	Labor principal de desfonde a una profundidad de 35 cm con un arado de vertedera tetrasurco reversible de 1,60 metros de anchura de trabajo, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	4,32
1.02	Labor principal de subsolado a una profundidad de 60 cm con un subsolador de 3 brazos fijos con 50 cm de separación entre ellos, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	4,32
1.03	Labor secundaria a una profundidad de 15 cm con un cultivador de brazos vibrantes de 4,5 metros de anchura, acoplado a un tractor de 120 CV de doble tracción.	ha	4,32

Capítulo II: Plantación

Código	Concepto	Unidad	Medición
2.01	Replanteo del terreno mediante un tractor de 100 CV de doble tracción orientado por un GPS y con un rejón acoplado, para un marco de plantación de 6 m x 6 m y para la distribución de las líneas donde irán dispuestas las plantas aromáticas. Se realizará el marcado de los puntos de plantación de las encinas mediante el uso de estacas de madera.	ha	4,32
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , de una savia, con un porcentaje mínimo de micorrización del 30%, una altura de 25-30 cm y un grosor del tallo de 6-7 mm. Se suministrará en envases de 400 cc de capacidad.	Ud.	927,00
2.03	Planta de <i>Lavandula latifolia</i> de 15-20 cm de altura y una ramificación del sistema radical equilibrada. Se suministrará con el cepellón húmedo.	Ud.	9.000,00
2.04	Apertura manual y relleno de hoyos para la plantación de las encinas mediante la utilización de una azada, con unas dimensiones de 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m.	m ³	25,03
2.05	Plantación manual de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , incluyendo: reparto manual de las plantas en las inmediaciones del hoyo, colocación de la planta dentro del hoyo, relleno y compactación del hoyo y conformado del alcorque para el riego.	Ud.	927,00
2.06	Plantación mecanizada de <i>Lavandula latifolia</i> con una máquina plantadora de una fila arrastrada por un tractor de 140 CV de doble tracción. Las plantas se dispondrán en líneas con una separación de 0,7 m.	Ud.	9.000,00

2.07	Riego de implantación mediante una cuba de 4.000 litros acoplada a un tractor de 140 CV de doble tracción. Se aplicarán 10-15 litros por planta mediante mangueras. Incluye riego del espliego con manguera flexible.	Ud.	927,00
------	---	-----	--------

Capítulo III: Vallado

Código	Concepto	Unidad	Medición
3.01	Replanteo del vallado por medio de pintura lavable o cal, marcando la línea de cerramiento y la ubicación de los postes.	m	1.012,00
3.02	Apertura de zanja de colocación del cerramiento de 35 cm de profundidad mediante un subsolador de un brazo acoplado a un tractor de 70 CV de doble tracción.	m	1.012,00
3.03	Construcción de cerramiento compuesto por: malla cinética anudada galvanizada de 2 m de altura, postes de tensión de madera de pino tratada de 2,50 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 2,10 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 1,80 m de altura y 0,08 m de diámetro, alambre de espino galvanizado, grapas galvanizadas, tensores de carraca galvanizados, tornillos de rosca para madera bicromatados M5 y paneles indicadores. Incluye el relleno y compactación de las zanjas.	m	1.012,00
3.04	Cimentación y colocación de puerta de dos hojas de madera tratada en autoclave de 3 m de anchura por hoja y 3 m altura. Incluye sistema de arriostre.	Ud.	2,00

Capítulo IV: Instalación del sistema de riego

Código	Concepto	Unidad	Medición
4.01	Excavación mecánica de zanjas de 0,50 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías primaria y secundaria, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie.	m ³	246,66
4.02	Excavación mecánica de zanjas de 0,40 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías terciarias, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie	m ³	242,88
4.03	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16/13,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	242,00
4.04	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 32/28 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	2.733,00

4.05	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 40/35,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	2.246,00
4.06	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 90/79,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	89,00
4.07	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	414,00
4.08	Suministro y colocación de tubería rígida de PVC de 110/103,6 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 6 atm, con juntas para unión encolada o engomada, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	411,00
4.09	Microaspersor Azud Raintec color amarillo con bailarina gris, de 127 l/h de caudal, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance regulable de hasta 9,5 m. Incluye estaca de fijación. Totalmente colocado.	Ud.	927,00

4.10	Arqueta prefabricada de hormigón para alojamiento de válvula de corte, de dimensiones 0,5 m x 0,5 m x 0,6 m. Incluye la colocación y acondicionamiento del terreno.	Ud.	5,00
4.11	Electroválvula Hunter IBV, con regulador de caudal. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	5,00
4.12	Válvula reguladora de presión Accu-Sync-Adj, con un rango de regulación entre 1,5 y 7 bar. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	8,00
4.13	Cabezal de riego compuesto por: dos filtros de arena Odis 4303A de 0,66 m de diámetro, un filtro de malla Odis 3040 de 4" con malla de 65 mesh, un contador tipo Woltman WI-N de 80 mm de diámetro, manómetros, válvula de mariposa, ventosa trifuncional y válvula de retención. Incluye instalación completa de todos los elementos, incluyendo los auxiliares.	Ud.	1,00
4.14.	Programador de riego electrónico digital GalPro AMPROG04, con control de aporte independiente por programa, indicador luminoso de estado y fijación de riegos máximos. Incluye la instalación.	Ud.	1,00
4.15	Electrobomba vertical sumergible Prinze VS46/13 de 18,5 kW de potencia. Incluye montaje e instalación.	Ud.	1,00
4.16	Grupo electrógeno Gesán QIS 35 de 35 kVA y motor Kubota V3300-DI de 27 KW. Incluye instalación.	Ud.	1,00

Capítulo V: Instalación de la caseta de riego

Código	Concepto	Unidad	Medición
5.01	Excavación mecánica mediante una retroexcavadora de 90 CV en terreno de consistencia blanda de pozos para zapatas de 0,75 m de lado y 0,5 m de profundidad, pozos para solera de 3,5 m x 2,5 m y 0,3 m de profundidad y zanjas de cimentación de 0,3 m de anchura y 0,3 m de profundidad. Incluye la carga de la tierra extraída en el camión.	m ³	4,63
5.02	Retirada de tierra procedente de la excavación a vertedero situado en un radio de menos de 10 km mediante un camión de 10 Tm. Incluye el retorno en vacío y el periodo de carga y descarga.	m ³	4,63
5.03	Disposición de una capa de enchado de bolos de gravilla de cantera con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor, por medios manuales y mecánicos. Incluye compactado.	m ²	8,13
5.04	Hormigón en masa HM 20, con resistencia característica de 20 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Incluye vertido por medio manuales, vibrado y colocación.	m ³	2,03
5.05	Hormigón armado HA 25, con resistencia característica de 25 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, reforzado con malla electro soldada para conformación de la solera. Incluye colocación sobre terreno limpio, compactado a mano y extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	m ³	1,32
5.06	Caseta de hormigón prefabricada de dimensiones 3,5 m x 2,5 m x 2,5 m, con una superficie útil de 7 m ² . Incluye transporte, colocación y anclado a la cimentación.	Ud.	1,00

Capítulo VI: Seguridad y Salud			
Código	Concepto	Unidad	Medición
6.01	Casco de seguridad de Polietileno de Alta Densidad homologado, resistente a la radiación.	Ud.	8,00
6.02	Botas de seguridad homologadas con alto grado de seguridad y puntera metálica.	Ud.	8,00
6.03	Mono de trabajo monocolor de alta visibilidad y con cintas reflectantes.	Ud.	8,00
6.04	Chaleco de protección de alta visibilidad.	Ud.	8,00
6.05	Máscara de seguridad provistas de filtros para partículas.	Ud.	8,00
6.06	Protectores auditivos regulables.	Ud.	8,00
6.07	Guantes de trabajo de algodón recubiertos de nitrilo.	Ud.	8,00
6.08	Guantes de cuero reforzados y de larga duración.	Ud.	8,00
6.09	Gafas rígidas de protección ocular resistentes a impactos.	Ud.	8,00
6.10	Faja protectora lumbar para manipulación de cargas.	Ud.	8,00
6.11	Botas de agua de seguridad de PVC antideslizantes.	Ud.	8,00
6.12	Mono de trabajo de agua de PVC y nylon.	Ud.	8,00

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA EN UNA PARCELA DE 4,32 HECTÁREAS
SITUADA EN MATALEBRERAS (SORIA)**

.....

DOCUMENTO Nº7: PRESUPUESTOS

presentado por

JAVIER CABELLO URQUIA

.....(e)k

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN***

Junio, 2017 / 2017, Ekaina

Índice de contenidos del Documento Presupuestos

1.	Cuadro de precios unitarios	2
	Capítulo I: Preparación del terreno.....	2
	Capítulo II: Plantación.....	3
	Capítulo III: Vallado.....	5
	Capítulo IV: Instalación del sistema de riego.....	6
	Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	9
	Capítulo VI: Seguridad y Salud.....	11
2.	Justificación de precios.....	13
	Capítulo I: Preparación del terreno.....	13
	Capítulo II: Plantación.....	15
	Capítulo III: Vallado.....	18
	Capítulo IV: Instalación del sistema de riego.....	21
	Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	29
	Capítulo VI: Seguridad y Salud.....	32
3.	Presupuesto.....	34
	Capítulo I: Preparación del terreno.....	34
	Capítulo II: Plantación.....	35
	Capítulo III: Vallado.....	37
	Capítulo IV: Instalación del sistema de riego.....	38
	Capítulo V: Instalación de la caseta de riego	41
	Capítulo VI: Seguridad y Salud.....	43
4.	Resumen del presupuesto	44

1. Cuadro de precios unitarios

Capítulo I: Preparación del terreno			
Código	Concepto	Unidad	Precio (€)
1.01	Labor principal de desfonde a una profundidad de 35 cm con un arado de vertedera tetrasurco reversible de 1,60 metros de anchura de trabajo, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	72,27 Setenta y dos euros con veintisiete céntimos
1.02	Labor principal de subsolado a una profundidad de 60 cm con un subsolador de 3 brazos fijos con 50 cm de separación entre ellos, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	80,01 Ochenta euros con un céntimo
1.03	Labor secundaria a una profundidad de 15 cm con un cultivador de brazos vibrantes de 4,5 metros de anchura, acoplado a un tractor de 120 CV de doble tracción.	ha	15,73 Quince euros con setenta y tres céntimos

Capítulo II: Plantación

Código	Concepto	Unidad	Precio (€)
2.01	Replanteo del terreno mediante un tractor de 100 CV de doble tracción orientado por un GPS y con un rejón acoplado, para un marco de plantación de 6 m x 6 m y para la distribución de las líneas donde irán dispuestas las plantas aromáticas. Se realizará el marcado de los puntos de plantación de las encinas mediante el uso de estacas de madera.	ha	154,05 Ciento cincuenta euros con cinco céntimos
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , de una savia, con un porcentaje mínimo de micorrización del 30%, una altura de 25-30 cm y un grosor del tallo de 6-7 mm. Se suministrará en envases de 400 cc de capacidad.	Ud.	7,21 Siete euros con veintiún céntimos
2.03	Planta de <i>Lavandula latifolia</i> de 15-20 cm de altura y una ramificación del sistema radical equilibrada. Se suministrará con el cepellón húmedo.	Ud.	0,17 Diecisiete céntimos
2.04	Apertura manual y relleno de hoyos para la plantación de las encinas mediante la utilización de una azada, con unas dimensiones de 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m.	m ³	25,03 Veinticinco euros con tres céntimos
2.05	Plantación manual de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , incluyendo: reparto manual de las plantas en las inmediaciones del hoyo, colocación de la planta dentro del hoyo, relleno y compactación del hoyo y conformado del alcorque para el riego.	Ud.	0,69 Sesenta y nueve céntimos

2.06	Plantación mecanizada de <i>Lavandula latifolia</i> con una máquina plantadora de una fila arrastrada por un tractor de 140 CV de doble tracción. Las plantas se dispondrán en líneas con una separación de 0,7 m.	Ud.	0,08 Ocho céntimos
2.07	Riego de implantación mediante una cuba de 4.000 litros acoplada a un tractor de 140 CV de doble tracción. Se aplicarán 10-15 litros por planta mediante mangueras. Incluye riego del espliego con manguera flexible.	Ud.	0,51 Cincuenta y un céntimos

Capítulo III: Vallado

Código	Concepto	Unidad	Precio (€)
3.01	Replanteo del vallado por medio de pintura lavable o cal, marcando la línea de cerramiento y la ubicación de los postes.	m	0,17 Diecisiete céntimos
3.02	Apertura de zanja de colocación del cerramiento de 35 cm de profundidad mediante un subsolador de un brazo acoplado a un tractor de 70 CV de doble tracción.	m	0,01 Un céntimo
3.03	Construcción de cerramiento compuesto por: malla cinética anudada galvanizada de 2 m de altura, postes de tensión de madera de pino tratada de 2,50 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 2,10 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 1,80 m de altura y 0,08 m de diámetro, alambre de espino galvanizado, grapas galvanizadas, tensores de carraca galvanizados, tornillos de rosca para madera bicromatados M5 y paneles indicadores. Incluye el relleno y compactación de las zanjas.	m	8,20 Ocho euros con veinte céntimos
3.04	Cimentación y colocación de puerta de dos hojas de madera tratada en autoclave de 3 m de anchura por hoja y 3 m altura. Incluye sistema de arriostre.	Ud.	383,47 Trescientos ochenta y tres euros con cuarenta y siete céntimos

Capítulo IV: Instalación del sistema de riego

Código	Concepto	Unidad	Precio (€)
4.01	Excavación mecánica de zanjas de 0,50 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías primaria y secundaria, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie.	m ³	4,27 Cuatro euros con veintisiete céntimos
4.02	Excavación mecánica de zanjas de 0,40 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías terciarias, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie	m ³	3,62 Tres euros con sesenta y dos céntimos
4.03	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16/13,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	1,49 Un euro con cuarenta y nueve céntimos
4.04	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 32/28 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	1,88 Un euro con ochenta y ocho céntimos
4.05	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 32/28 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	2,69 Dos euros con sesenta y nueve céntimos

4.06	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 90/79,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	4,26 Cuatro euros con veintiséis céntimos
4.07	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	3,69 Tres euros con sesenta y nueve céntimos
4.08	Suministro y colocación de tubería rígida de PVC de 110/103,6 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 6 atm, con juntas para unión encolada o engomada, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	4,33 Cuatro euros con treinta y tres céntimos
4.09	Microaspersor Azud Raintec color amarillo con bailarina gris, de 127 l/h de caudal, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance regulable de hasta 9,5 m. Incluye estaca de fijación. Totalmente colocado.	Ud.	1,88 Un euro con ochenta y ocho céntimos
4.10	Arqueta prefabricada de hormigón para alojamiento de válvula de corte, de dimensiones 0,5 m x 0,5 m x 0,6 m. Incluye la colocación y acondicionamiento del terreno.	Ud.	86,08 Ochenta y seis euros con ocho céntimos
4.11	Electroválvula Hunter IBV, con regulador de caudal. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	350,35

			Trescientos cincuenta euros con treinta y cinco céntimos
		85,50	
4.12	Válvula reguladora de presión Accu-Sync-Adj, con un rango de regulación entre 1,5 y 7 bar. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	Ochenta y cinco euros con cincuenta céntimos
		2.771,32	
4.13	Cabezal de riego compuesto por: dos filtros de arena Odis 4303A de 0,66 m de diámetro, un filtro de malla Odis 3040 de 4" con malla de 65 mesh, un contador tipo Woltman WI-N de 80 mm de diámetro, manómetros, válvula de mariposa, ventosa trifuncional y válvula de retención. Incluye instalación completa de todos los elementos, incluyendo los auxiliares.	Ud.	Dos mil setecientos setenta y un euros con treinta y dos céntimos
		622,02	
4.14.	Programador de riego electrónico digital GalPro AMPROG04, con control de aporte independiente por programa, indicador luminoso de estado y fijación de riegos máximos. Incluye la instalación.	Ud.	Seiscientos veintidós euros con dos céntimos
		3.890,95	
4.15	Electrobomba vertical sumergible Prinze VS46/13 de 18,5 kW de potencia. Incluye montaje e instalación.	Ud.	Tres mil ochocientos noventa euros con noventa y cinco céntimos
		3.275,61	
4.16	Grupo electrógeno Gesán QIS 35 de 35 kVA y motor Kubota V3300-DI de 27 KW. Incluye instalación.	Ud.	Tres mil doscientos setenta y cinco euros con sesenta y un céntimos

Capítulo V: Instalación de la caseta de riego

Código	Concepto	Unidad	Precio (€)
5.01	Excavación mecánica mediante una retroexcavadora de 90 CV en terreno de consistencia blanda de pozos para zapatas de 0,75 m de lado y 0,5 m de profundidad, pozos para solera de 3,5 m x 2,5 m y 0,3 m de profundidad y zanjás de cimentación de 0,3 m de anchura y 0,3 m de profundidad. Incluye la carga de la tierra extraída en el camión.	m ³	13,18 Trece euros con dieciocho céntimos
5.02	Retirada de tierra procedente de la excavación a vertedero situado en un radio de menos de 10 km mediante un camión de 10 Tm. Incluye el retorno en vacío y el periodo de carga y descarga.	m ³	5,62 Cinco euros con sesenta y dos céntimos
5.03	Disposición de una capa de encachado de bolos de gravilla de cantera con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor, por medios manuales y mecánicos. Incluye compactado.	m ²	6,95 Seis euros con noventa y cinco céntimos
5.04	Hormigón en masa HM 20, con resistencia característica de 20 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Incluye vertido por medio manuales, vibrado y colocación.	m ³	127,99 Ciento veintisiete euros con noventa y nueve céntimos
5.05	Hormigón armado HA 25, con resistencia característica de 25 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, reforzado con malla electro soldada para conformación de la solera. Incluye colocación sobre terreno limpio, compactado a mano y extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	m ³	138,09 Ciento treinta y ocho euros con nueve céntimos

5.06	Caseta de hormigón prefabricada de dimensiones 3,5 m x 2,5 m x 2,5 m, con una superficie útil de 7 m ² . Incluye transporte, colocación y anclado a la cimentación.	Ud.	2.495,65 Dos mil cuatrocientos noventa y cinco euros con sesenta y cinco céntimos
------	--	-----	--

Capítulo VI: Seguridad y Salud			
Código	Concepto	Unidad	Medición
6.01	Casco de seguridad de Polietileno de Alta Densidad homologado, resistente a la radiación.	Ud.	11,35 Once euros con treinta y cinco céntimos
6.02	Botas de seguridad homologadas con alto grado de seguridad y puntera metálica.	Ud.	21,95 Veintiún euros con noventa y cinco céntimos
6.03	Mono de trabajo monocolor de alta visibilidad y con cintas reflectantes.	Ud.	30,50 Treinta euros con cincuenta céntimos
6.04	Chaleco de protección de alta visibilidad.	Ud.	15,30 Quince euros con treinta céntimos
6.05	Máscara de seguridad provistas de filtros para partículas.	Ud.	2,87 Dos euros con ochenta y siete céntimos
6.06	Protectores auditivos regulables.	Ud.	9,90 Nueve euros con noventa céntimos
6.07	Guantes de trabajo de algodón recubiertos de nitrilo.	Ud.	7,90 Siete euros con noventa céntimos
6.08	Guantes de cuero reforzados y de larga duración.	Ud.	12,95 Doce euros con noventa céntimos
6.09	Gafas rígidas de protección ocular resistentes a impactos.	Ud.	12,30 Doce euros con treinta céntimos
6.10	Faja protectora lumbar para manipulación de cargas.	Ud.	14,90

			Catorce euros con noventa céntimos
			14,95
6.11	Botas de agua de seguridad de PVC antideslizantes.	Ud.	Catorce euros con noventa y cinco céntimos
			9,70
6.12	Mono de trabajo de agua de PVC y nylon.	Ud.	Nueve euros con setenta céntimos

2. Justificación de precios

Capítulo I: Preparación del terreno						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
1.01	Labor principal de desfonde a una profundidad de 35 cm con un arado de vertedera tetrasurco reversible de 1,60 metros de anchura de trabajo, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	1			
ma01	Tractor agrícola de 140 CV de doble tracción	h	1,37	25,50	34,91	
ma02	Arado de vertedera tetrasurco reversible de 1,60 m de anchura	h	1,37	12,00	16,43	
mo01	Tractorista	h	1,37	13,75	18,82	
co01	Costes complementarios	%	3,00	70,16	2,10	
Total partida						72,27
1.02	Labor principal de subsolado a una profundidad de 60 cm con un subsolador de 3 brazos fijos con 50 cm de separación entre ellos, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	1			
ma01	Tractor agrícola de 140 CV de doble tracción	h	1,60	25,50	40,80	
ma03	Subsolador de 3 brazos fijos separados 50 cm	h	1,60	9,30	14,88	
mo01	Tractorista	h	1,60	13,75	22,00	
co01	Costes complementarios	%	3,00	77,68	2,33	
Total partida						80,01

1.03	Labor secundaria a una profundidad de 15 cm con un cultivador de brazos vibrantes de 4,5 metros de anchura, acoplado a un tractor de 120 CV de doble tracción.	ha	1		
ma04	Tractor agrícola de 120 CV de doble tracción	h	0,33	23,00	7,67
ma05	Cultivador brazos vibrantes de 4,5 m de anchura	h	0,33	9,10	3,03
mo01	Tractorista	h	0,33	13,75	4,58
co01	Costes complementarios	%	3,00	15,27	0,46
Total partida					15,73

Capítulo II: Plantación						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
2.01	Replanteo del terreno mediante un tractor de 100 CV de doble tracción orientado por un GPS y con un rejón acoplado, para un marco de plantación de 6 m x 6 m y para la distribución de las líneas donde irán dispuestas las plantas aromáticas. Se realizará el marcado de los puntos de plantación de las encinas mediante el uso de estacas de madera.	ha	1			
ma06	Tractor agrícola de 100 CV de doble tracción	h	1,50	20,50	30,75	
ma07	Rejón de marcado	h	1,50	5,80	8,70	
hrr01	Estacas de madera	Ud.	253,70	0,10	25,37	
hrr02	Cinta métrica	Ud.	0,23	4,20	0,97	
mo01	Tractorista	h	1,50	13,75	20,63	
mo02	Capataz	h	1,50	14,10	21,15	
mo03	Peón	h	4,00	10,50	42,00	
co01	Costes complementarios	%	3,00	149,56	4,49	
Total partida						154,05
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , de una savia, con un porcentaje mínimo de micorrización del 30%, una altura de 25-30 cm y un grosor del tallo de 6-7 mm. Se suministrará en envases de 400 cc de capacidad.	Ud.	1	7,21	7,21	
Total partida						7,21

2.03	Planta de <i>Lavandula latifolia</i> de 15-20 cm de altura y una ramificación del sistema radical equilibrada. Se suministrará con el cepellón húmedo.	Ud.	1	0,17	0,17
------	--	-----	---	------	------

Total partida 0,17

2.04	Apertura manual y relleno de hoyos para la plantación de las encinas mediante la utilización de una azada, con unas dimensiones de 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m.	m ³	1		
mo02	Capataz	h	0,60	14,10	8,48
mo03	Peón	h	2,00	10,50	21,00
co01	Costes complementarios	%	3,00	25,23	0,89

Total partida 30,73

2.05	Plantación manual de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , incluyendo: reparto manual de las plantas en las inmediaciones del hoyo, colocación de la planta dentro del hoyo, relleno y compactación del hoyo y conformado del alcorque para el riego.	Ud.	1		
mo02	Capataz	h	0,01	14,10	0,25
mo03	Peón	h	0,04	10,50	0,42
co01	Costes complementarios	%	3,00	0,67	0,02

Total partida 0,69

2.06	Plantación mecanizada de <i>Lavandula latifolia</i> con una máquina plantadora de una fila arrastrada por un tractor de 140 CV de doble tracción. Las plantas se dispondrán en líneas con una separación de 0,7 m.	Ud.	1		
ma01	Tractor agrícola de 140 CV de doble tracción	h	0,001	25,50	0,03
ma07	Máquina plantadora de una fila	h	0,001	15,00	0,02
mo01	Tractorista	h	0,001	13,75	0,01
mo03	Peón	h	0,002	10,50	0,02
co01	Costes complementarios	%	3,000	0,08	0,00
Total partida					0,08
2.07	Riego de implantación mediante una cuba de 4.000 litros acoplada a un tractor de 140 CV de doble tracción. Se aplicarán 10-15 litros por planta mediante mangueras. Incluye riego del despliego con manguera flexible.	Ud.	1		
ma01	Tractor agrícola de 140 CV de doble tracción	h	0,008	25,50	0,20
ma08	Cuba de 4.000 litros	h	0,008	10,50	0,09
mo01	Tractorista	h	0,008	13,75	0,12
mo03	Peón	h	0,008	10,50	0,09
co01	Costes complementarios	%	3,00	0,50	0,01
Total partida					0,51

Capítulo III: Vallado

Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
3.01	Replanteo del vallado por medio de pintura lavable o cal, marcando la línea de cerramiento y la ubicación de los postes.	m	1			
hrr3	Cal de marcado	kg	0,030	0,21	0,006	
ma02	Capataz	h	0,005	14,10	0,063	
mo03	Peón	h	0,009	10,50	0,095	
co01	Costes complementarios	%	3,00	0,16	0,005	
Total partida						0,17
3.02	Apertura de zanja de colocación del cerramiento de 35 cm de profundidad mediante un subsolador de un brazo acoplado a un tractor de 70 CV de doble tracción.	m	1			
ma09	Tractor agrícola de 70 CV de doble tracción	h	0,0004	16,00	0,006	
ma10	Subsolador de 1 brazo	h	0,0004	3,20	0,001	
mo01	Tractorista	h	0,0004	13,75	0,006	
co01	Costes complementarios	%	3,00	0,01	0,000	
Total partida						0,01

3.03	Construcción de cerramiento compuesto por: malla cinegética anudada galvanizada de 2 m de altura, postes de tensión de madera de pino tratada de 2,50 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 2,10 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 1,80 m de altura y 0,08 m de diámetro, alambre de espino galvanizado, grapas galvanizadas, tensores de carraca galvanizados, tornillos de rosca para madera bicromatados M5 y paneles indicadores. Incluye el relleno y compactación de las zanjas.	m	1		
ma06	Tractor agrícola de 70 CV de doble tracción	h	0,03	16,00	0,46
ma11	Martillo neumático	h	0,03	7,30	0,21
mo01	Tractorista	h	0,03	13,75	0,39
mo02	Capataz	h	0,01	14,10	0,20
mo03	Peón	h	0,14	10,50	1,50
mo04	Especialista cerramientos	h	0,03	14,00	0,40
cerr01	Postes intermedios de madera de pino tratada de 2,10 m de altura y 0,10 m de diámetro	Ud.	0,21	7,70	1,62
cerr02	Postes de tensión de madera de pino tratada de 2,50 m de altura y 0,10 m de diámetro	Ud.	0,02	8,50	0,18
cerr03	Postes de refuerzo de madera de pino tratada de 1,80 m de altura y 0,08 m de diámetro	Ud.	0,04	4,50	0,18

cerr04	Malla cinegética anudada galvanizada de 2 m de altura	m	1,00	1,95	1,95
cerr05	Alambre de espino galvanizado	m	2,96	0,13	0,39
cerr06	Tensor de carraca galvanizado	Ud.	0,07	0,55	0,04
cerr07	Material de fijación (Grapas, tornillos, etc.)	Ud.	1,97	0,22	0,43
cerr08	Paneles indicadores	Ud.	0,002	6,00	0,01
co01	Costes complementarios	%	3,00	7,96	0,24

Total partida**8,20**

3.04 Cimentación y colocación de puerta de dos hojas de madera tratada en autoclave de 3 m de anchura por hoja y 3 m altura. Incluye sistema de arriostre.

Ud. 1

mo03	Peón	h	6,00	10,50	63,00
mo04	Especialista cerramientos	h	3,00	14,00	42,00
cerr09	Puerta de dos hojas de madera tratada de 3 m de anchura cada hoja y 3 m de altura.	Ud.	1,00	267,30	267,30
co01	Costes complementarios	%	3,00	372,30	11,17

Total partida**383,47**

Capítulo IV: Instalación del sistema de riego

Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
4.01	Excavación mecánica de zanjas de 0,50 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías primaria y secundaria, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie.	m ³	1			
ma11	Retroexcavadora de 90 CV	h	0,09	25,50	2,25	
mo02	Capataz	h	0,02	14,10	0,28	
mo05	Maquinista	h	0,09	13,90	1,20	
mo03	Peón	h	0,04	10,50	0,42	
co01	Costes complementarios	%	3,00	4,15	0,12	
Total partida						4,27
4.02	Excavación mecánica de zanjas de 0,40 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías primaria y secundaria, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie.	m ³	1			
ma11	Retroexcavadora de 90 CV	h	0,08	25,50	1,92	

mo02	Capataz	h	0,02	14,10	0,28
mo05	Maquinista	h	0,08	13,90	1,05
mo03	Peón	h	0,03	10,50	0,26
co01	Costes complementarios	%	3,00	3,52	0,10
Total partida					3,62

4.03	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16/13,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,03	14,00	0,37
mo03	Peón	h	0,03	10,50	0,28
rie01	Tubería PEBD-32 Ø 16/13,2 mm	m	1,00	0,79	0,79
co01	Costes complementarios	%	3,00	1,36	0,05
Total partida					1,49

4.04	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 32/28 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,03	14,00	0,37
mo03	Peón	h	0,03	10,50	0,29
rie02	Tubería PEBD-32 Ø 32/28 mm	m	1,00	1,17	1,17
co01	Costes complementarios	%	3,00	1,83	0,05
Total partida					1,88

4.05	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 40/35,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,03	14,00	0,54

mo03	Peón	h	0,03	10,50	0,44
rie03	Tubería PEBD-32 Ø 40/35,2 mm	m	1,00	1,63	1,63
co01	Costes complementarios	%	3,00	1,91	0,08
Total partida					2,69

4.06 Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 90/79,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.

mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,02	14,00	0,28
mo03	Peón	h	0,05	10,50	0,53
rie04	Tubería PEBD-32 Ø 90/79,2 mm	m	1,00	2,37	2,37
rie05	Arena de río	m ³	0,07	15,10	1,06
co01	Costes complementarios	%	3,00	4,14	0,12
Total partida					4,26

4.07 Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.

mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,02	14,00	0,26
mo03	Peón	h	0,05	10,50	0,52
rie06	Tubería PEBD-32 Ø 63/55,4 mm	m	1,00	1,76	1,76
rie05	Arena de río	m ³	0,07	15,10	1,06

co01	Costes complementarios	%	3,00	3,58	0,11
Total partida					3,69

4.08	Suministro y colocación de tubería rígida de PVC de 110/103,6 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 6 atm, con juntas para unión encolada o engomada, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	1		
------	---	---	---	--	--

mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,02	14,00	0,25
mo03	Peón	h	0,05	10,50	0,50
rie07	Tubería PVC Ø 110/103,6 mm	m	1,00	2,39	2,39
rie05	Arena de río	m ³	0,07	15,10	1,06
co01	Costes complementarios	%	3,00	4,20	0,13
Total partida					4,33

4.09	Microaspersor Azud Raintec color amarillo con bailarina gris, de 127 l/h de caudal, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance regulable de hasta 9,5 m. Incluye estaca de fijación. Totalmente colocado.	Ud.	1		
------	--	-----	---	--	--

mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,03	14,00	0,41
mo03	Peón	h	0,03	10,50	0,31
rie08	Microaspersor Azud Raintec 127 l/h	Ud.	1,00	0,82	0,82
co01	Costes complementarios	%	3,00	1,54	0,05
Total partida					1,59

4.10	Arqueta prefabricada de hormigón para alojamiento de válvula de corte, de dimensiones 0,5 m x 0,5 m x 0,6 m. Incluye la colocación y acondicionamiento del terreno.	Ud.	1		
mo06	Oficial 1ª construcción	h	0,44	17,20	7,26
mo03	Peón	h	0,44	10,50	4,25
cons01	Hormigón HM-20 de central	m³	0,13	73,96	9,41
rie09	Arqueta prefabricada de hormigón de 0,5 m x 0,5 m x 0,6 m	Ud.	1,00	62,71	62,65
co01	Costes complementarios	%	3,00	83,57	2,51
Total partida					86,08
4.11	Electroválvula Hunter IBV, con regulador de caudal. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,70	14,00	9,80
mo03	Peón	h	0,70	10,50	7,35
rie10	Electroválvula Hunter IBV	Ud.	1,00	323,00	323,00
co01	Costes complementarios	%	3,00	340,15	10,20
Total partida					350,35
4.12	Válvula reguladora de presión Accu-Sync-Adj, con un rango de regulación entre 1,5 y 7 bar. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	0,20	14,00	2,80
mo03	Peón	h	0,20	10,50	2,10
rie11	Válvula reguladora de presión Accu-Sync-Adj	Ud.	1,00	75,20	75,20
co01	Costes complementarios	%	3,00	80,10	2,40

Total partida					82,50
4.13	Cabezal de riego compuesto por: dos filtros de arena Odis 4303A de 0,66 m de diámetro, un filtro de malla Odis 3040 de 4" con malla de 65 mesh, un contador tipo Woltman WI-N de 80 mm de diámetro, manómetros, válvula de mariposa, ventosa trifuncional y válvula de retención. Incluye instalación completa de todos los elementos, incluyendo los auxiliares.	Ud.	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	15,00	14,00	210,00
mo03	Peón	h	15,00	10,50	157,50
rie12	Filtro de arena Odis 4303A de 0,76 m de diámetro	Ud.	2,00	525,80	1.051,60
rie13	Filtro de malla Odis 3040 de 4" con malla de 65 mesh	Ud.	1,00	475,00	475,00
rie14	Contador tipo Woltman WI-N de 80 mm de diámetro	Ud.	1,00	239,60	239,60
rie15	Manómetro	Ud.	3,00	15,30	45,90
rie16	Válvula de mariposa	Ud.	1,00	115,60	115,60
rie17	Ventosa trifuncional	Ud.	1,00	250,10	250,10
rie18	Válvula de retención	Ud.	1,00	145,30	145,30
co01	Costes complementarios	%	3,00	2.690,60	80,72
Total partida					2.771,32

4.14	Programador de riego electrónico digital GalPro AMPROG04, con control de aporte independiente por programa, indicador luminoso de estado y fijación de riegos máximos. Incluye la instalación.	Ud.	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	2,20	14,00	30,80
mo03	Peón	h	2,20	10,50	23,10
rie19	Programador de riego electrónico digital GalPro AMPROG0	Ud.	1,00	550,00	550,00
co01	Costes complementarios	%	3,00	603,90	18,12
Total partida					622,02

4.15	Electrobomba vertical sumergible Prinze VS46/13 de 18,5 kW de potencia. Incluye montaje e instalación.	Ud.	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	1,20	14,00	16,80
mo03	Peón	h	1,20	10,50	12,60
rie20	Electrobomba vertical sumergible Prinze VS46/13 de 18,5 kW	Ud.	1,00	3.748,22	3.748,22
co01	Costes complementarios	%	3,00	3.777,62	113,33
Total partida					3.890,95

4.16	Grupo electrógeno Gesán QIS 35 de 35 kVA y motor Kubota V3300-DI de 27 KW. Incluye instalación.	Ud.	1		
mo05	Especialista en sistemas de riego	h	1,20	14,00	16,80
mo03	Peón	h	1,20	10,50	12,60

rie21	Grupo electrógeno Gesán QIS 35 de 35 kVA	Ud.	1,00	3.150,80	3.150,80
co01	Costes complementarios	%	3,00	3.180,20	95,41
Total partida					3.275,61

Capítulo V: Instalación de la caseta de riego

Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
5.01	Excavación mecánica mediante una retroexcavadora de 90 CV en terreno de consistencia blanda de pozos para zapatas de 0,75 m de lado y 0,5 m de profundidad, pozos para solera de 3,5 m x 2,5 m y 0,3 m de profundidad y zanjas de cimentación de 0,3 m de anchura y 0,3 m de profundidad. Incluye la carga de la tierra extraída en el camión.	m ³	1			
ma11	Retroexcavadora de 90 CV	h	0,20	25,50	5,10	
mo02	Capataz	h	0,20	14,10	2,82	
mo05	Maquinista	h	0,20	13,90	2,78	
mo03	Peón	h	0,20	10,50	2,10	
co01	Costes complementarios	%	3,00	12,80	0,38	
Total partida						13,18
5.02	Retirada de tierra procedente de la excavación a vertedero situado en un radio de menos de 10 km mediante un camión de 10 Tm. Incluye el retorno en vacío y el periodo de carga y descarga.	m ³	1			
ma12	Camión basculante	h	0,10	26,30	2,52	
mo07	Conductor camión	h	0,20	11,90	2,38	
mov01	Canon de vertido	Ud.	1,00	0,55	0,55	
co01	Costes complementarios	%	3,00	5,45	0,16	
Total partida						5,62

5.03	Disposición de una capa de encachado de bolos de gravilla de cantera con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor, por medios manuales y mecánicos. Incluye compactado.	m ²	1		
ma11	Retroexcavadora de 90 CV	h	0,01	25,50	0,28
ma13	Bandeja vibrante de guiado manual	h	0,01	6,38	0,07
mo05	Maquinista	h	0,01	13,90	0,15
mo03	Peón	h	0,21	10,50	2,23
cons02	Gravilla de cantera Ø 20/40 mm	m ³	0,22	18,25	4,02
co01	Costes complementarios	%	3,00	6,74	0,20
Total partida					6,95

5.04	Hormigón en masa HM 20, con resistencia característica de 20 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Incluye vertido por medio manuales, vibrado y colocación.	m ³	1		
mo06	Oficial 1ª construcción	h	0,80	17,20	13,76
mo03	Peón	h	2,40	10,50	25,20
cons01	Hormigón HM-20 de central	m ³	1,00	73,96	73,96
cons03	Placa de anclaje metálica de 0,3 m	Ud.	0,60	18,90	11,34
co01	Costes complementarios	%	3,00	124,26	3,73
Total partida					127,99

5.05	Hormigón armado HA 25, con resistencia característica de 25 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, reforzado con malla electro soldada para conformación de la solera. Incluye colocación sobre terreno limpio, compactado a mano y extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	m ³	1		
mo06	Oficial 1ª construcción	h	0,70	17,20	12,04
mo03	Peón	h	2,10	10,50	22,05
cons04	Hormigón armado HA 25	m ³	1,00	66,30	66,30
cons05	Malla electro soldada	Ud.	0,80	42,10	33,68
co01	Costes complementarios	%	3,00	134,07	4,02
Total partida					138,09
5.06	Caseta de hormigón prefabricada de dimensiones 3,5 m x 2,5 m x 2,5 m, con una superficie útil de 7 m ² . Incluye transporte, colocación y anclado a la cimentación.	Ud.	1		
ma14	Camión pluma	h	1,00	33,50	33,50
mo07	Conductor camión	h	1,00	11,90	11,90
mo06	Oficial 1ª construcción	h	1,30	17,20	22,36
mo03	Peón	h	5,20	10,50	54,60
cons06	Caseta de hormigón prefabricada	Ud.	1,00	2.300,60	2.300,60
co01	Costes complementarios	%	3,00	2422,96	72,69
Total partida					2.495,65

Capítulo VI: Seguridad y Salud						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe Total (€)
6.01	Casco de seguridad de Polietileno de Alta Densidad homologado, resistente a la radiación.	Ud.	1	11,35	11,35	
	Total partida					11,35
6.02	Botas de seguridad homologadas con alto grado de seguridad y puntera metálica.	Ud.	1	21,95	21,95	
	Total partida					21,95
6.03	Mono de trabajo monocolor de alta visibilidad y con cintas reflectantes.	Ud.	1	30,50	30,50	
	Total partida					30,50
6.04	Chaleco de protección de alta visibilidad.	Ud.	1	15,30	15,30	
	Total partida					15,30
6.05	Máscara de seguridad provistas de filtros para partículas.	Ud.	1	2,87	2,87	
	Total partida					2,87
6.06	Protectores auditivos regulables.	Ud.	1	9,90	9,90	
	Total partida					9,90
6.07	Guantes de trabajo de algodón recubiertos de nitrilo.	Ud.	1	7,90	7,90	
	Total partida					7,90
6.08	Guantes de cuero reforzados y de larga duración.	Ud.	1	12,95	12,95	
	Total partida					12,95
6.09	Gafas rígidas de protección ocular resistentes a impactos.	Ud.	1	12,30	12,30	
	Total partida					12,30

6.10	Faja protectora lumbar para manipulación de cargas.	Ud.	1	14,90	14,90	
Total partida						14,90
6.11	Botas de agua de seguridad de PVC antideslizantes.	Ud.	1	14,95	14,95	
Total partida						14,95
6.12	Mono de trabajo de agua de PVC y nylon.	Ud.	1	9,70	9,70	
Total partida						9,70

3. Presupuesto

Capítulo I: Preparación del terreno					
Código	Concepto	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.01	Labor principal de desfonde a una profundidad de 35 cm con un arado de vertedera tetrasurco reversible de 1,60 metros de anchura de trabajo, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	4,32	72,27	312,21
1.02	Labor principal de subsolado a una profundidad de 60 cm con un subsolador de 3 brazos fijos con 50 cm de separación entre ellos, acoplado a un tractor de 140 CV de doble tracción.	ha	4,32	80,01	345,64
1.03	Labor secundaria a una profundidad de 15 cm con un cultivador de brazos vibrantes de 4,5 metros de anchura, acoplado a un tractor de 120 CV de doble tracción.	ha	4,32	15,73	67,95
TOTAL CAPÍTULO I.....					725,80

Capítulo II: Plantación

Código	Concepto	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.01	Replanteo del terreno mediante un tractor de 100 CV de doble tracción orientado por un GPS y con un rejón acoplado, para un marco de plantación de 6 m x 6 m y para la distribución de las líneas donde irán dispuestas las plantas aromáticas. Se realizará el marcaje de los puntos de plantación de las encinas mediante el uso de estacas de madera.	ha	4,32	154,05	665,50
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , de una savia, con un porcentaje mínimo de micorrización del 30%, una altura de 25-30 cm y un grosor del tallo de 6-7 mm. Se suministrará en envases de 400 cc de capacidad.	Ud.	927,00	7,21	6.685,60
2.03	Planta de <i>Lavandula latifolia</i> de 15-20 cm de altura y una ramificación del sistema radical equilibrada. Se suministrará con el cepellón húmedo.	Ud.	9.000,00	0,17	1.530,00
2.04	Apertura manual y relleno de hoyos para la plantación de las encinas mediante la utilización de una azada, con unas dimensiones de 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m.	m ³	25,03	30,73	769,30
2.05	Plantación manual de <i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> , incluyendo: reparto manual de las plantas en las inmediaciones del hoyo, colocación de la planta dentro del hoyo, relleno y compactación del hoyo y conformado del alcorque para el riego.	Ud.	927,00	0,69	635,68

2.06	Plantación mecanizada de <i>Lavandula latifolia</i> con una máquina plantadora de una fila arrastrada por un tractor de 140 CV de doble tracción. Las plantas se dispondrán en líneas con una separación de 0,7 m.	Ud.	9.000,00	0,08	720,00
2.07	Riego de implantación mediante una cuba de 4.000 litros acoplada a un tractor de 140 CV de doble tracción. Se aplicarán 10-15 litros por planta mediante mangueras. Incluye riego del espliego con manguera flexible.	Ud.	927,00	0,51	471,28
TOTAL CAPÍTULO II.....					11.477,36

Capítulo III: Vallado					
Código	Concepto	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.01	Replanteo del vallado por medio de pintura lavable o cal, marcando la línea de cerramiento y la ubicación de los postes.	m	1.012,00	0,17	172,04
3.02	Apertura de zanja de colocación del cerramiento de 35 cm de profundidad mediante un subsolador de un brazo acoplado a un tractor de 70 CV de doble tracción.	m	1.012,00	0,01	10,12
3.03	Construcción de cerramiento compuesto por: malla cinética anudada galvanizada de 2 m de altura, postes de tensión de madera de pino tratada de 2,50 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 2,10 m de altura y 0,10 m de diámetro, postes de madera de pino tratada de 1,80 m de altura y 0,08 m de diámetro, alambre de espino galvanizado, grapas galvanizadas, tensores de carraca galvanizados, tornillos de rosca para madera bicromatados M5 y paneles indicadores. Incluye el relleno y compactación de las zanjas.	m	1.012,00	8,20	8.298,40
3.04	Cimentación y colocación de puerta de dos hojas de madera tratada en autoclave de 3 m de anchura por hoja y 3 m altura. Incluye sistema de arriostre.	Ud.	2,00	383,47	766,94
TOTAL CAPÍTULO III.....					9.247,50

Capítulo IV: Instalación del sistema de riego

Código	Concepto	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.01	Excavación mecánica de zanjas de 0,50 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías primaria y secundaria, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie.	m ³	246,66	4,27	1.053,83
4.02	Excavación mecánica de zanjas de 0,40 m de anchura y 1,25 m de profundidad para el alojamiento de las tuberías terciarias, mediante una retroexcavadora de 90 CV, en terreno de consistencia blanda y amontonando la tierra en el borde de la zanja. Se dejará una distancia mínima de 1 m entre la parte superior de la tubería y la superficie del terreno. Incluye relleno posterior manual y mecánico, con compactación de la superficie	m ³	242,88	3,62	879,48
4.03	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16/13,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	242,00	1,49	361,20
4.04	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 32/28 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	2.733,00	1,88	5.153,19

4.05	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 40/35,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos.	m	2.246,00	2,69	6.043,96
4.06	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 90/79,2 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	89,00	4,26	379,44
4.07	Suministro y colocación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	414,00	3,69	1.526,72
4.08	Suministro y colocación de tubería rígida de PVC de 110/103,6 mm de diámetro, para una presión de trabajo de 6 atm, con juntas para unión encolada o engomada, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor previa compactación del fondo de la zanja, medida la longitud realmente instalada.	m	411,00	4,33	1.780,44
4.09	Microaspersor Azud Raintec color amarillo con bailarina gris, de 127 l/h de caudal, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance regulable de hasta 9,5 m. Incluye estaca de fijación. Totalmente colocado.	Ud.	927,00	1,88	1.742,64

4.10	Arqueta prefabricada de hormigón para alojamiento de válvula de corte, de dimensiones 0,5 m x 0,5 m x 0,6 m. Incluye la colocación y acondicionamiento del terreno.	Ud.	5,00	86,08	430,40
4.11	Electroválvula Hunter IBV, con regulador de caudal. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	5,00	350,35	1.751,75
4.12	Válvula reguladora de presión Accu-Sync-Adj, con un rango de regulación entre 1,5 y 7 bar. Incluye colocación en la instalación de riego.	Ud.	8,00	85,50	684,00
4.13	Cabezal de riego compuesto por: dos filtros de arena Odis 4303A de 0,66 m de diámetro, un filtro de malla Odis 3040 de 4" con malla de 65 mesh, un contador tipo Woltman WI-N de 80 mm de diámetro, manómetros, válvula de mariposa, ventosa trifuncional y válvula de retención. Incluye instalación completa de todos los elementos, incluyendo los auxiliares.	Ud.	1,00	2.771,32	2.771,32
4.14.	Programador de riego electrónico digital GalPro AMPROG04, con control de aporte independiente por programa, indicador luminoso de estado y fijación de riegos máximos. Incluye la instalación.	Ud.	1,00	622,02	622,02
4.15	Electrobomba vertical sumergible Prinze VS46/13 de 18,5 kW de potencia. Incluye montaje e instalación.	Ud.	1,00	3.890,95	3.890,95
4.16	Grupo electrógeno Gesán QIS 35 de 35 kVA y motor Kubota V3300-DI de 27 KW. Incluye instalación.	Ud.	1,00	3.275,61	3.275,61
TOTAL CAPÍTULO IV.....					32.346,95

Capítulo V: Instalación de la caseta de riego

Código	Concepto	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.01	Excavación mecánica mediante una retroexcavadora de 90 CV en terreno de consistencia blanda de pozos para zapatas de 0,75 m de lado y 0,5 m de profundidad, pozos para solera de 3,5 m x 2,5 m y 0,3 m de profundidad y zanjas de cimentación de 0,3 m de anchura y 0,3 m de profundidad. Incluye la carga de la tierra extraída en el camión.	m ³	4,63	13,18	61,02
5.02	Retirada de tierra procedente de la excavación a vertedero situado en un radio de menos de 10 km mediante un camión de 10 Tm. Incluye el retorno en vacío y el periodo de carga y descarga.	m ³	4,63	5,62	26,02
5.03	Disposición de una capa de encachado de bolos de gravilla de cantera con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor, por medios manuales y mecánicos. Incluye compactado.	m ²	8,13	6,95	56,50
5.04	Hormigón en masa HM 20, con resistencia característica de 20 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Incluye vertido por medio manuales, vibrado y colocación.	m ³	2,03	127,99	259,82

5.05	Hormigón armado HA 25, con resistencia característica de 25 N/mm ² , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central próxima, reforzado con malla electro soldada para conformación de la solera. Incluye colocación sobre terreno limpio, compactado a mano y extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	m ³	1,32	138,09	182,28
5.06	Caseta de hormigón prefabricada de dimensiones 3,5 m x 2,5 m x 2,5 m, con una superficie útil de 7 m ² . Incluye transporte, colocación y anclado a la cimentación.	Ud.	1,00	2.495,65	2.495,65
TOTAL CAPÍTULO V.....					3.081,30

Capítulo VI: Seguridad y Salud					
Código	Concepto	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.01	Casco de seguridad de Polietileno de Alta Densidad homologado, resistente a la radiación.	Ud.	8,00	11,35	90,80
6.02	Botas de seguridad homologadas con alto grado de seguridad y puntera metálica.	Ud.	8,00	21,95	175,60
6.03	Mono de trabajo monocolor de alta visibilidad y con cintas reflectantes.	Ud.	8,00	30,50	244,00
6.04	Chaleco de protección de alta visibilidad.	Ud.	8,00	15,30	122,40
6.05	Máscara de seguridad provistas de filtros para partículas.	Ud.	8,00	2,87	22,96
6.06	Protectores auditivos regulables.	Ud.	8,00	9,90	79,20
6.07	Guantes de trabajo de algodón recubiertos de nitrilo.	Ud.	8,00	7,90	63,20
6.08	Guantes de cuero reforzados y de larga duración.	Ud.	8,00	12,95	103,60
6.09	Gafas rígidas de protección ocular resistentes a impactos.	Ud.	8,00	12,30	98,40
6.10	Faja protectora lumbar para manipulación de cargas.	Ud.	8,00	14,90	119,20
6.11	Botas de agua de seguridad de PVC antideslizantes.	Ud.	8,00	14,95	119,60
6.12	Mono de trabajo de agua de PVC y nylon.	Ud.	8,00	9,70	77,60
TOTAL CAPÍTULO VI.....					1.316,56

4. Resumen del presupuesto

Capítulo	Resumen	Euros	%
I	Preparación del terreno	725,80	1,25
II	Plantación	11.477,36	19,72
III	Vallado	9.247,50	15,89
IV	Instalación del sistema de riego	32.346,95	55,58
V	Instalación de la caseta de riego	3.081,30	5,29
VI	Seguridad y Salud	1.316,56	2,26
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		58.195,47	
	13,00 % Gastos generales	7.565,41	
	6,00 % Beneficio industrial	3.491,73	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		69.252,61	
	16,00 % I.V.A.	11.080,42	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL POR CONTRATA		80.333,03	

Asciende el presupuesto general a la cantidad de OCHENTA MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con TRES CÉNTIMOS

Pamplona, Junio de 2017

Ingeniero Técnico Agrícola

Fdo. Javier Cabello Urquia